3 3433 00775219 3

Digitized by Google

Digitized by Google

TPC
Biot

Digitized by Google

Biet

TPC

Digitized by Google

Neuer

Schauplatz der Künste und Handwerke.

Mit

Berücksichtigung der neuesten Erfindungen.

Herausgegeben

von

einer Gesellschaft von Künstlern, Technologen und Professionisten.

Mit vielen Abbildungen.

Sechs und Siebenzigster Band.

Biot's Anlegung und Ausführung aller Arten von Eisenbahnen.

Weimar und Ilmenau, 1835.

Druck und Verlag von Bernh. Friedr. Voigt.

Digitized by Google

Ueber die

Anlegung und Ausführung aller Arten

von

Eisenbahnen

nach

den Grundsätzen der Mechanik und den Ergebnissen der Erfahrungen, welche bis auf die neueste Zeit in England, Amerika, Frankreich und Deutschland beim Baue der eisernen Schienenwege gesammelt worden sind,

nebst

ausführlichen Kostenberechnungen.

Nach

dem Französischen des Herrn Ed. Biot, mit Benutzung der besten und neuesten einschlägigen englischen, französischen und deutschen Literatur.

Herausgegeben

von

Dr. Christian Heinrich Schmidt.

Mit 7 lithographirten Tafeln.

Weimar und Ilmenau, 1835.

Druck, Verlag und Lithographie von Bernh. Fr. Voigt.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vorwort.

Seit dem Jahre 1680, wo in England die erste hölzerne Schienenbahn, die man aber bald mit einer eisernen vertauschte, bei Newcastle upon Dyne angelegt wurde, haben sich die Eisenbahnen in England, Wales und Schottland auf eine unglaubliche Weise verbreitet. Sie dienten anfangs blos dazu, Kohlengruben, Kalkbrennereien und Mühlen mit schiffbaren Flüssen und Canälen zu verbinden, und die Surrey-Eisenbahn, welche vom südlichen Ufer der Themse bei Wandsworth in Surrey beginnt, in südöstlicher Richtung über Croydon nach Merstham läuft, im Ganzen eine Länge von 18 englischen Meilen mit doppelter Bahn besitzt und im Jahr ... 5 vollendet wurde, war die erste, welche für die Zw e des allgemeinen Verkehres angelegt worden ist. Seitdem ist die berühmte Liverpool- und Mancheſter-Eisenbahn ins Leben getreten, und die Zeit dürfte nicht mehr fern seyn, wo von London aus Eisenbahnen nach den wichtigsten Städten und Häfen Englands angelegt seyn werden. In den vereinigten Staaten

Digitized by Google

von Nordamerika geht die Sache noch einen weit raschern Schritt, was sich schon aus folgenden Einzelnheiten ermessen läßt:

In der Nähe von Petersburg, einer kleinen virginischen Stadt, unweit der Wasserfälle des Appomattox findet man eine sehr schöne Eisenbahn. Von Boston nach Neworleans ist eine Entfernung von 1700 englischen Meilen, und dennoch wird diese ungeheure Strecke, aller Wahrscheinlichkeit nach, binnen wenigen Jahren von Bucht zu Bucht, von Fluß zu Fluß mit Eisenbahnen überzogen seyn. Die Eisenbahn von Boston nach Providence (Straße nach Neworleans) ist im vollen Baue begriffen, und die Arbeiten schreiten sehr rasch vorwärts. Von Newyork nach Philadelphia wird man noch in diesem Jahre nicht blos eine, sondern zwei mit einander concurrirende Eisenbahnen haben, die eine auf dem rechten, die andere auf dem linken Ufer des Delaware. Binnen 7 Stunden gelangt man aus einer Hauptstadt in die andere, 4 Stunden auf der Eisenbahn und 3 im Dampfboote auf dem herrlichen Wasser des Hudson in die prachtvolle Bay von Newyork. Von Philadelphia geht man nach Baltimore auf dem Delaware und dem Chesapeake, und auf der Eisenbahn von Newcastle nach Frenchtown in 8 Stunden. Zur Führung einer Eisenbahn von Baltimore nach Washington ist alles Nöthige vorbereitet, und die Arbeiten werden binnen Kurzem beginnen. Von Washington nach Blakely (Nordcarolina) ist eine Strecke von 24 Stunden (nämlich von Blakely aus) bereits mit einer Eisenbahn belegt. Eine Gesellschaft hat es übernommen, mittelst einer Eisenbahn Richmond mit dem Potomac zu verbinden (eine Strecke von 30 Stunden) und der Potomac führt nach der Bundesstadt am Fuße des Mont-Vernon, einem herrlichen Aufenthalte, dem

Digitized by Google

Gute George Washington's, vorüber, wo der Greis seine Tage in Ruhe beschloß und wo jetzt seine sterblichen Reste in einem bescheidenen Grabe ruhen. Zwischen Washington und Blakely können die Liebhaber der Dampfschifffahrt künftig einen andern Weg einschlagen, wenn sie nämlich den Chesapeake bis Norfolk hinabfahren, so finden sie eine 30 Stunden lange und jetzt bereits zum dritten Theile fertige Eisenbahn, auf welcher sie dann bis Blakely und auch noch etwas weiter kommen können. Es gibt kein Land in der Welt, wo sich eine Eisenbahn mit geringern Kosten anlegen ließe, als Amerika. Den Boden hat die Natur selbst nivellirt, und die unermeßlichen Wälder, von denen er bedeckt ist, liefern das Holz zum Baue; denn hier besteht die Grundlage der meisten Eisenbahnen aus Holz. Von Charlestown führt eine 55 Stunden lange Eisenbahn, die längste, welche man bis jetzt in der Welt hat, nach Augusta (Georgien), und von Augusta nach Montgomery (Alabama). Zu Montgomery fahren die Dampfboote den Alabama bis Mobile hinab, und wer nicht von Mobile nach Neworleans fahren und den Golf von Meriko begrüßen will, findet bald eine Eisenbahn, welche ihn dieser Huldigung der Manen des großen Cortes enthebt.

Eine der größten und am meisten Staunen erregenden Unternehmungen dürfte wohl die Baltimore- und Ohio-Eisenbahn seyn. Diese Eisenbahn soll sich, wenn sie vollendet seyn wird, von Baltimore über die Alleghany-Gebirge bis an die Ufer des Ohio erstrecken, und wird sich wahrscheinlich noch weiter verzweigen. Bis jetzt sind erst 60 englische Meilen derselben mit einer doppelten Bahn fertig; sie reicht jetzt bis Point of Rocks am Flusse Potomac. Der Hauptingenieur, der das ganze Unternehmen leitet, rechnet, daß jährlich 50 Meilen vollendet werden,

Digitized by Google

und daß mithin das Ganze in 6 — 7 Jahren fertig seyn werde.

Im November des Jahres 1833 fand eine Versammlung von Abgeordneten aus sämmtlichen Grafschaften des Staates Teneſſee ſtatt, in welcher man über die Maßregeln zur Gründung und Ausführung einer Eiſenbahn, welche die Verbindung des Miſſiſippi mit dem atlantiſchen Oceane begünſtigen ſoll, berathſchlagte. Man war der Anſicht, daß die Eiſenbahn längs der ſüdweſtlichen Grenze von Tenneſſee laufen, die nördlichen Theile der Staaten Miſſiſippi, Alabama und Georgia durchſchneiden, und durch Südcarolina an den Ocean gelangen müſſe. Nach der lebhaften Theilnahme zu ſchließen, die dieſer Vorſchlag fand, läßt ſich erwarten, daß derſelbe bald zur Ausführung kommen dürfte. Mit einem Wort, in 10 Jahren dürfte, wie jetzt die Sachen ſtehen, das Land mit einem Netze von Eiſenbahnen überzogen ſeyn. Pennſylvanien, das bei der letzten Zählung (im Jahr 1830) nur 1,347,670 Einwohner hatte, beſitzt jetzt 130 Stunden Wegs mit Eiſenſchienen, und zwar größtentheils mit doppelten Bahnen belegt, eine Strecke von 56 Stunden ungerechnet, welche ſeine Capitaliſten in den kleinen Staaten New-Jerſey und Delaware anlegten.

Auch auf der Landenge Panama beabſichtigt man, eine Eiſenbahn von Portobello nach Panama anzulegen, und hat für dieſen Zweck in letzterer Stadt eine Subſcription von 90,000 Dollars eröffnet.

Das Beiſpiel der Liverpool-Mancheſter Eiſenbahn hat in der Nähe am Kräftigſten auf Belgien gewirkt. 35 Millionen Franken, deren Anleihe die Regierung garantirt, werden zur Errichtung einer vollſtändigen Eiſenbahnverbindung nach allen Richtungen, vom Mittelpunkte Mecheln aus, verwendet.

Digitized by Google

Die Bauten sollten größtentheils im Laufe des Sommers 1834 ausgeführt werden. Für die Verlängerung der Eisenbahn in der Richtung von Antwerpen nach Cöln ist für den Theil, der auf preußischen Boden fällt, ein Verein in Cöln zusammengetreten.

Außer den Eisenbahnen, welche im südlichen Frankreich bereits ausgeführt sind und im Verlaufe dieses Werkes ausführlicher erwähnt werden sollen, hat man nicht allein Eisenbahnen in allen Richtungen projectirt, sondern sie auch zum Theil schon auszuführen beschlossen. Man zögert gegenwärtig mit einigen Bauten, um bevorstehende Verbesserungen, besonders diejenigen der Dampfwägen auf gewöhnlichen Erd- und Steinstraßen abzuwarten. So beabsichtigt man unter andern eine Eisenbahn von Havre über Paris nach Straßburg, wodurch man England und den Niederlanden den Colonialhandel im mittlern und südlichen Deutschland abzugewinnen gedenkt.

Die erste große Eisenbahn, welche in Deutschland gebaut worden, ist diejenige zwischen Budweis und Linz, zur Verbindung der Moldau mit der Donau. Sie hat indessen kein besonderes Interesse erregt, weil sie vor der Anwendung der Dampfwägen zum Personentransporte erbaut worden ist, und solcher bis jetzt auf derselben noch nicht in Gebrauch ist. Sie hat bis jetzt blos $\frac{1}{2}$ Million Centner hauptsächlich Holz und Salz zu befördern und bringt daher nicht mehr auf, als die Zinsen des Anlagecapitales. Ein Pferd kann auf derselben aufwärts mit $\frac{1}{80}$ Steigung 40 Centner, und abwärts 3 Wägen mit 120 Centnern ziehen.

Eine Eisenbahn, welche zwischen Prag und Pilsen mit 300,000 Gulden erbaut wurde, ist wieder verlassen worden.

Digitized by Google

Auch ist eine Eisenbahn zwischen Nürnberg und Fürth zu Stande gekommen, auf welcher, der ersten Berechnung nach, täglich 600 Personen à 6 Kr. und 300 Centner à 4 Kr. transportirt werden, was eine tägliche Einnahme von 80 Gulden, oder eine jährliche von 29,000 Gulden gibt, und dieses gewährt nach Abzug der Kosten eine reine Rente von 12½ Procent des Anlagecapitales von 132,000 Gulden.

Eine Eisenbahn zwischen Cöln und preußisch Minden, zur Verbindung der Weser mit dem Rhein, ist schon vor einigen Jahren entworfen, und die erforderlichen Pläne sind auf Kosten des Staates aufgenommen worden. Die Kosten wurden auf 60 bis 75,000 Thaler mit Inbegriff der Landentschädigungen für die Meile veranschlagt. Es wurden auch Actien von 500 Thaler unterschrieben, aber bis jetzt ist noch immer keine Aussicht, daß ein hinlängliches Capital zusammen gebracht werden wird.

In Hannover ist von Herrn John Taylor ein Actiengeschäft eröffnet worden, welches die Anlegung von Eisenbahnen zwischen Hamburg, Bremen, Hannover und Braunschweig bezweckt. Die Gesammtlänge dieser Bahnen würde 50 Meilen betragen. Die Kosten sind auf 70 — 80,000 Thaler für die Meile von Sachkundigen veranschlagt worden und erfordern 4 Millionen in Actien von 100 und von 50 Pf. St.

Auch ist in Leipzig eine Gesellschaft zusammengetreten, welche eine Eisenbahn von Leipzig nach Dresden anzulegen beabsichtigt.

Das große Räthsel, Deutschlands innere Kräfte, seinen Handel und alle Gewerbe neu zu beleben, sagen die Elbeblätter*), wäre gelöst, sobald die Nordsee über Hamburg, Magdeburg, Dresden,

*) Elbeblätter, Sept. 1822 Nro. 4.

Digitized by Google

Prag, Regensburg, Wien und Trieſt mit dem adriatiſchen Meere durch eine zollfreie Haupt-Commercialſtraße verbunden wäre, wofür das geeignete Mittel zum großen Theile Eiſenbahnen ſeyn möchten. Eine der merkwürdigſten Anlagen wäre eine Eiſenbahn zur Verbindung des Rheins und der Donau, eine Straße, zu deren Eröffnung ſeit Jahrhunderten die Verwendung einiger Millionen auf Canalbau projectirt worden iſt.

Auch Mehmet Ali, in Egypten, geht jetzt damit um, ſeine Provinzen mit Straßen jeder Art zu durchkreuzen und eine Verbindung zwiſchen Egypten, Syrien und Yemen herzuſtellen. Dem Miniſter des Handels, Bogos Juſſuf, ſind mehrere Pläne zu Eiſenbahnen zwiſchen Alexandrien und Cairo vorgelegt worden, und er hat ſich zu Gunſten des großartigſten unter allen entſchieden. Die neue Bahn wird binnen kurzer Zeit vollendet ſeyn. Mehmet Ali ſelbſt ging noch weiter als ſein Miniſter, indem er einen Plan zu einer Eiſenbahn entwerfen ließ, die von Cairo aus Nil aufwärts bis nach Kenneh gehen ſoll und mithin ſämmtliche Bewohner Egyptens zu einer einzigen handeltreibenden Nation vereinigen wird. Mehmet Ali hat ferner beſchloſſen, eine Eiſenbahn von Cairo nach Suez und Selahieh bis an die Ufer des Sees Menzaleh fortführen zu laſſen, und hier ſoll, Damiette gegenüber, ein Hafen für die Dampfſchiffe angelegt werden, welche dazu beſtimmt ſind, eine ununterbrochene Verbindung zwiſchen Egypten und Gaza und den andern ſyriſchen Häfen zu unterhalten.

Bei dem allgemeinen Intereſſe, welches gegenwärtig die Eiſenbahnen in Anſpruch nehmen, haben wir uns demnach vorgenommen, in Kürze die Geſchichte der verſchiedenen Verſuche mitzutheilen, welche

Digitized by Google

in den verschiedenen einzelnen Branchen der vollständigen Anlage der Eisenbahnen gemacht worden sind; die allgemeinen Grundsätze aufzustellen, welche bei einer Unternehmung dieser Art zur Richtschnur dienen müssen; den gegenwärtigen Zustand dieser neuen Kunst zu beschreiben, wie auch die Verfahrungsarten anzugeben, welche durch die Erfahrung bestätigt worden sind; und die speciellen Punkte herauszuheben, wo noch Verbesserungen vorgenommen werden müssen. Die praktischen Erfahrungen, welche hier zusammengestellt worden sind, dürften besonders zwei Classen von Personen von Nutzen seyn, und zwar:

1) solchen Capitalisten, welche ihre Capitale in Unternehmungen dieser Art anlegen wollen, und welche hier die Vortheile und Nachtheile erörtert finden, die mit diesem Communicationsmittel verbunden sind; und

2) den Straßenbaumeistern und Bauconducteurs, die einen richtigen Begriff vom gegenwärtigen Zustande der Kunst, Eisenbahnen anzulegen, zu erlangen wünschen.

Es gibt auch zwei verschiedene Gesichtspunkte, aus welchen sich der Nutzen der Eisenbahnen betrachten läßt. Als große Communicationslinien können sie die Transportkosten der Erzeugnisse vom Orte der Erzeugung bis zum Orte der Consumtion außerordentlich vermindern; sie können den Verkehr der Individuen von einer Stadt zur andern erleichtern. Alsdann aber ist ihre Entwickelung sehr ausgebreitet und ihre Consumtion nimmt große Capitale in Anspruch. Aber diese Art der Straßen kann auch mit Nutzen angewendet werden, um ein Hüttenwerk mit einem Bergwerk, oder irgend einen Productionsort mit einer schon vorhandenen großen Communicationsstraße zu verbinden; um einem Hüttenwerke die rohen Stoffe

Digitized by Google

zuzuführen, welche daselbst zu Gute gemacht werden, und aus der Ferne herbeigeschafft werden müssen; endlich um bei Erdarbeiten den Transport großer Schuttmassen zu bewerkstelligen. Die Anlage von Eisenbahnen in den bezeichneten Fällen reducirt die Transportkosten in sehr beträchtlichem Grade, und die Folge davon muß eine verhältnißmäßige Reduction entweder im Preise seyn, um welchen das Fabrikat dem Consumenten abgelassen werden kann, oder in den Kosten, welche große Erdarbeiten verursachen.

Da dergleichen partielle Eisenbahnen weder sehr lang, noch sehr kostspielig sind, so bedarf es zu ihrer Construction selbst nicht immer eines Baumeisters, indem jeder andere bauverständige Gewerbsmann, wenn er die in diesem Werke gegebenen Anweisungen und Vorschriften benutzt, dazu vollkommen ausreichend seyn wird. Aus diesem Grunde sind wir denn auch bemüht gewesen, ohne ein so voluminöses Werk, wie Herr M. Wood, zu schreiben, was man gegenwärtig als eine ausführliche Geschichte der Eisenbahnen und aller mehr oder weniger glücklichen Versuche seit ihrer Erfindung betrachten kann, das Zweckdienliche in solcher Bündigkeit und Kürze zusammenzustellen, daß weder der Deutlichkeit Abbruch geschieht, noch auch der Preis des Buchs für eine Menge von Lesern zu hoch wird.

Wir haben dieses Werk in drei Theile getheilt: der erste handelt vom Materiale der Eisenbahn, unabhängig von den bewegenden Kräften, die man auf derselben anwendet. Es ist hier die Rede von den verschiedenen Formen der Schienen, der gußeisernen Lager und der Steinblöcke, welche das eigentliche Schienengeleise bilden; ferner von der Construction der Wägen für den Transport der verschiedenen Waarenarten; von den verschiedenen Mitteln, aus der

Digitized by Google

Hauptbahn auszuweichen; und von den gebräuchlichen Maschinen für das Abladen der transportirten Gegenstände; endlich werden in einem besondern Capitel die verschiedenen Ursachen des Widerstandes abgehandelt, welchen die Zugkraft auf einer Eisenbahn zu überwinden hat.

Der zweite Abschnitt beschäftigt sich mit Erörterung der Frage, wie sich die verschiedenen bewegenden Kräfte hinsichtlich des Kostenanfwandes zu einander verhalten. Es werden alsdann der Reihe nach die Pferde mit oder ohne bewegliche Ställe, die selbstwirkenden schiefen Flächen, die feststehenden Dampfmaschinen und endlich die Dampfwägen durchgegangen. Ganz speciell haben wir uns über die letztere Art der Dampfmaschinen verbreitet, deren Anwendung für jede Eisenbahn unerläßliche Bedingung wird, die für einen bedeutenden und lebhaften Verkehr bestimmt ist.

Der dritte Abschnitt enthält allgemeine Betrachtungen über den Aufwand der Anlage und der Unterhaltung und über die Hauptvortheile der Eisenbahnen. Es sind hier zuerst die allgemeinen Grundsätze aufgestellt worden, die bei der Anlage dieser Art von Straßen zu berücksichtigen sind. Es wird alsdann die Ersparniß, welche die Eisenbahnen gestatten, mit den gewöhnlichen Transportkosten auf den Canälen verglichen. In einem besondern Capitel wird der Transport der Passagiere auf den Eisenbahnen betrachtet und der Vortheil in Anschlag gebracht, den die Dampfwägen in dieser Hinsicht vor den Pferden voraus haben. Zuletzt finden auch die Versuche eine kurze Erwähnung, welche bis jetzt mit den Dampfwägen auf den gewöhnlichen Chausseen gemacht worden sind.

Wir haben zu gleicher Zeit zur Erläuterung des Textes die nöthigen Figuren beigegeben, unter andern

Digitized by Google

auch Abbildungen von Transportwägen für Eisenbahnen und von Dampfwägen. Von letztern gibt die eine Abbildung die alten Dampfwägen auf der Eisenbahn von Darlington; die anderen die auf der Mancheſter- und Liverpool Eisenbahn gebräuchlichen Dampfwägen. Obgleich wir im Texte die Dampfwägen in ihren Einzelnheiten beſchrieben haben, ſo hielten wir es dennoch für überflüſſig, dieſes alles durch beſondere Figuren zu erläutern, indem der Plan dieſes Werkes nicht geſtattete, Zeichnungen in gehöriger Größe beizugeben; eine Figur aber im Kleinen kann niemals ſo genau ſeyn als ein nach einem beſtimmten Maßſtabe gefertigter Riß der verſchiedenen Beſtandtheile einer Maſchine.

Uebrigens befindet ſich die Kunſt, Dampfwägen zu bauen, noch in ihrer Kindheit, und es iſt folglich beinahe ganz unnütz, ſich's angelegen ſeyn zu laſſen, die genauen Dimenſionen ihrer verſchiedenen Theile zu ſtudiren, ſondern man muß vielmehr den Grundſatz zu begreifen ſuchen, welcher der Anordnung derſelben untergelegen hat.

Schon ſind mehrere bedeutende Fehler an dem auf der Liverpool-Mancheſter Eiſenbahn im Gange befindlichen Dampfwagen-Modelle verbeſſert worden, aber es enthält noch immer Mängel, denn der Nutzen der Dampfwägen iſt erſt ſeit 1830 gehörig erkannt worden, jedoch läßt alles glauben, daß durch die vereinigten Beſtrebungen der Baumeiſter dieſer Maſchinen dieſe Mängel binnen wenigen Jahren beſeitigt werden. Dieſe Vervollkommnungen entſpringen nun aus dem Studium der im Gange befindlichen Maſchinen, nicht aber aus der größern oder geringern Sorgfalt, mit welcher die gegenwärtig beſtehenden nachgeahmt werden. Wer eine Eiſenbahn anlegen und auf derſelben Pferde als bewegende Kraft an-

Digitized by Google

wenden wollte, wird in den dargebotenen Beispielen alle Angaben finden, die er für die Ausführung seiner Absicht nur nöthig haben kann. Wer Dampfwägen anzuwenden Willens ist, erfährt aus diesem Werke die Mängel und Vorzüge der bereits bestehenden, und wenn er sich alsdann an eine Dampfwagenfabrik wendet, so ist er im Stande, den Werth der Maschinen zu beurtheilen, die ihm vielleicht vorgeschlagen werden.

Digitized by Google

Inhalt.

	Seite
Einleitung	1
Erster Abschnitt.	
Vom Material einer Eisenbahn . .	6
Erstes Kapitel.	
Von den Schienen, Lagern und Würfeln	—
Schienen (edge-rails)	—
Verfertigung der Schienen	16
Träger oder Lager	19
Steinblöcke	21
Das Legen der Schienen	22
Flache Schienen	26
Hölzerne Schienen	29
Undulirende Eisenbahn	32
Schwebende oder eingeleisige Eisenbahn des Herrn Sargent	43
Palmer's schwebende Eisenbahn . . .	48
Doppeltgeleisige schwebende Eisenbahn von Ritter v. Baader	—
Zweites Kapitel.	
Von den auf den Eisenbahnen zum Transport bestimmten Wägen . . .	49

Digitized by Google

Seite

Fünftes Kapitel.

Von der Anwendung der Dampfmaschinen auf gewöhnlichen Chausseen . . 225

Nachträge.

Uebersicht des Verkehrs auf der Eisenbahn von Liverpool und Manchester im Laufe des Jahres 1831, so wie Einnahmen und Ausgaben vom 1. Januar bis zum 1. Juli 1831 261

Uebersicht des Verkehrs auf der Eisenbahn von Liverpool und Manchester während des Jahres 1833. Betrag der Transporte im ersten Semester des Jahres 1833 265

Einnahmen und Ausgaben des Semesters . . 266

Specielle Nachweisung aller Ausgaben . . . 268

Vierter halbjähriger Bericht über den Ertrag der Liverpool-Manchester Eisenbahn. Erstattet von den Directoren der Compagnie am 28. Januar 1834 . 274

Einnahmen 275

Ausgaben . . . . . —

Capitalrechnung. Vom Beginne der Unternehmung bis zum 31. Dec. 1833 279

Preis des für die Erdarbeiten nöthigen Transportes, wenn derselbe mit Hilfe von Eisenbahnen bewerkstelligt wird 282

Preis einer Durchkreuzung oder einer Ausästung der Bahn, um von einer Bahn in eine andere überzugehen, die ganze Länge dieser Ausästung oder Ausweichungsbahn zu 40 Meter gerechnet . . . 286

Beschreibung der von Herrn J. W. Hoar erfundenen Eisenbahn an dem sogenannten Leiterberge zu St. Helena 288

Digitized by Google

Einleitung.

Die sicherste Grundlage der industriellen und commerziellen Macht einer Nation ist ohne Zweifel die Herstellung eines guten Communicationssystemes im Lande, wodurch der Transport von Gegenständen aller Art, vom Orte der Produktion bis dahin erleichtert wird, wo dieselben verkauft und consumirt werden.

In Gemäßheit dieses Grundsatzes, der durch die Erfahrung aller Zeiten bestätigt worden ist, sind die ersten Bemühungen der Völker immer dahin gerichtet gewesen, die Schifffahrt auf den Flüssen zu vervollkommnen, gepflasterte oder mit Steinschlag bedeckte Straßen anzulegen und Kanäle zu graben, um entfernte Flüsse mit einander zu verbinden. Aber seit einiger Zeit hat sich die öffentliche Aufmerksamkeit auf eine andere Communicationsart gerichtet, welche sich durch die Ersparnisse, die sich bei den Transporten machen lassen, auszeichnet und vor den Kanälen, wegen der Geschwindigkeit der Fortbewegung und der ununterbrochenen Benutzung, den Vorzug hat, da sie

Digitized by Google

von dem Wechsel der Jahreszeiten ganz unabhängig ist. Dieses neue System der Communication sind die Eisenbahnen, welche in England, in Frankreich und in den Vereinigten Staaten Nordamerikas immer mehr an Extension gewinnen. Wir wollen nun dieses neue Transportsystem näher kennen lernen und uns mehr mit den Grundsätzen beschäftigen, nach welchen die Eisenbahnen angelegt werden müssen, als mit der Geschichte der Versuche, welche bis jetzt gemacht worden sind, um die verschiedenen einzelnen Theile der Eisenbahn zu vervollkommnen.

Die ersten Eisenbahnen sind in England, in der Gegend von Newcastle, angelegt worden, um die Steinkohlen, welche dort gegraben werden, bis an den Fluß Tyne zu schaffen, wo sie dann auf Schiffe geladen und nach der Küste England's, oder ins Ausland verfahren werden. In der Regel sind die Kohlengruben von dem Orte, wo die Kohlen eingeschifft werden, ziemlich weit entfernt. Bis zum Jahre 1700 transportirte man die Steinkohlen auf ziemlich schlechten Wegen, was den Eigenthümern der Gruben enorme Summen kostete. Um eine so starke Ausgabe zu vermindern, kamen die Eigenthümer mehrerer Gruben auf den Gedanken, den Weg für ihre Wagen mit zwei fortlaufenden Reihen von Holzstücken zu belegen und die Räder der Wagen auf diesen hölzernen Geleisen laufen zu lassen. So konnten nun die mit Steinkohlen beladenen Karren, indem sie auf ebenen Flächen fortrollten, mit weniger Kraft in Bewegung gesetzt werden, als auf chaussirten Straßen, und da jedes Rad mit einem vorstehenden Rande versehen war, so konnte es das angewiesene Geleise nicht verlassen. Bald machte man indessen die Bemerkung, daß die Holzstücken beim Drucke großer Lasten sich sehr geschwind abnutzten; und um diese Abnutzung zu verzögern, bedeckte man die hölzernen Geleise mit

Digitized by Google

eisernen Schienen und befestigte letztere mit eisernen Bolzen. Dieses neue Verfahren gewährte einen andern Vortheil, es verminderte nämlich noch mehr die für eine bestimmte Last erforderliche Zugkraft und verdrängte endlich das Holz gänzlich, welches sich noch immer sehr geschwind abnutzte, zwar nicht mehr durch den Druck der Lasten, sondern durch die Wirkung der Feuchtigkeit. Man substituirte gußeiserne Schienen, die nach einer gewissen Form gegossen und in Steinblöcken befestigt waren, welche in gewissen Abständen von einander gelegt waren. Hierauf veränderte man die Form dieser Schienen und brachte zwischen dieselben und den Steinblock gußeiserne Lager oder Träger; an die Stelle der hölzernen Räder an den Wagen traten gußeiserne; und endlich machte man den Vorschlag, statt des Gußeisens Schmiedeeisen anzuwenden. Dieses ist die Geschichte des Ursprungs und der Fortschritte der Eisenbahnen in England, vom Jahr 1680 bis zum Jahr 1812, und die ursprüngliche Idee, welcher sie ihre Entstehung verdanken, enthält allerdings an und für sich nichts Neues. Schon seit langer Zeit hat man sich in den Steinbrüchen, um große Blöcke aus denselben herauszuschaffen, des Mittels bedient, dieselben auf Walzen zu legen und diesen wieder starke Bohlen zur Unterlage zu geben. So findet man auch in mehreren Straßen Mailands zwei Reihen Marmorplatten in einer solchen Entfernung von einander, daß die Wagenräder auf denselben laufen können, während der Zwischenraum und der Raum jenseits der Marmorplatten mit Kieselsteinen gepflastert ist, damit die Pferde einen sichern Gang haben. Coulomb hat sogar Versuche angestellt über die Reibung von Metallcylindern, welche auf Metallflächen derselben Art rollen. Aber in England hat man zuerst den Nutzen eingesehen, den die Anwendung dieser Mittel, die Reibung zu vermindern,

Digitized by Google

im Großen zu gewähren im Stande ist; in diesem Lande hat man sich ganz besonders bemüht, zugleich alle einzelnen Theile zu vervollkommnen, welche der guten Ausführung der ersten Idee hinderlich seyn konnten, und damit ist es gegangen, wie es mit den mechanischen Erfindungen zu gehen pflegt, wo die Schwierigkeit der Ausführung einer Maschine in der Regel größer, als diejenige der Entdeckung des Grundsatzes ist, auf welchem sie beruht. Die Erfindung der Eisenbahnen gilt für eine neue in England gemachte Erfindung, weil man in England zuerst Ideen praktisch ausgeführt hat, deren Realisirung im Großen vor einigen Jahrhunderten noch für unmöglich gehalten worden wäre.

Um eine Eisenbahn herzurichten, legt man auf den gehörig zubereiteten Boden zwei Linien gußeiserne, oder schmiedeeiserne Schienen, von denen die Wagenräder getragen werden. Diese Linien haben folglich mit den Wagenrädern einen gleichen Abstand von einander, und man befestigt die Schienen sammt den gußeisernen Trägern auf Steinblöcken, oder auf gut in der Erde befestigten hölzernen Querschließen, dergestalt, daß diese Blöcke oder Querhölzer immer einen bestimmten Abstand von einander haben.

Die Schienen, deren man sich in England zu den Eisenbahnen bedient, führen dort den Namen rails, und die gußeisernen Lager oder Träger, welche auf den Steinblöcken befestigt werden, heißen chairs. Endlich die Steinblöcke, die Unterlagen dieser Träger, heißen gewöhnlich Würfel, obschon ihre Form sich nicht ganz dem Würfel nähern darf.

Man würde sich irren, wenn man glauben wollte, der ganze Nutzen einer Eisenbahn bestehe blos in der Verminderung der Reibung an der Radfelge, wenn dieselbe, statt auf einer gepflasterten, oder chaussirten Oberfläche zu rollen, sich auf einer Metallober-

Digitized by Google

fläche bewegt. Der Nutzen einer Eisenbahn ist abhängig von der mehr oder weniger vollkommenen Ausführung ihrer verschiedenen Theile. Die Richtung und die Tracirung der eigentlichen Linie nimmt ganz besondere Sorgfalt in Anspruch, eben so auch der Bau der Wagen und die Wahl der auf einer solchen Bahn anzuwendenden bewegenden Kräfte. Ein Fehler in dem einen, oder dem andern dieser einzelnen Theile der Bahn kann einen erstaunlichen Einfluß auf die Kosten des Transports haben und den eigentlichen Gewinn der Unternehmung fast gänzlich vernichten. Wir wollen nun zuerst die Grundsätze durchgehen, welche die Praxis für die Herstellung des festen und des beweglichen Materiales der Eisenbahnen bestätigt hat; alsdann wollen wir die verschiedenen hier anzuwendenden bewegenden Kräfte in nähere Betrachtung ziehen.

Wenn der Leser auf diese Weise die verschiedenen Einzelnheiten der praktischen Ausführung dieser Bahnen und die verschiedenen Arten des Widerstandes kennen gelernt hat, welche die Bewegung der Wagen verzögern können, so wollen wir uns zu den allgemeinen Bedingungen wenden, welche bei der Anlegung einer Eisenbahn berücksichtigt werden müssen; und diese Bedingungen sind verschieden, je nach der Wichtigkeit und der Beschaffenheit des Transportes, für welchen die Eisenbahn benutzt werden soll. Zuletzt wollen wir dieses neue Communicationsmittel mit denen vergleichen, deren Vorzüge und Nachtheile schon seit langer Zeit durch die Erfahrung bestätigt worden sind.

Digitized by Google

Erſter Abſchnitt.

Vom Material einer Eiſenbahn.

Erſtes Kapitel.

Von den Schienen, Lagern und Würfeln.

Das feſte Material einer Eiſenbahn beſteht: 1) aus gußeiſernen, oder ſchmiedeeiſernen Schienen, auf welchen die Räder der Wagen laufen; 2) aus gußeiſernen Lagern, welche die Schienen tragen; 3) aus Steinblöcken oder Würfeln, auf welchen dieſe Lager befeſtigt werden. Manchmal werden dieſe Steinblöcke durch hölzerne Querriegel erſetzt, die von einem Schienengeleiſe quer über die Straße zum andern laufen und die beiden einander gegenüber liegenden Lager tragen.

Schienen. — In der Regel wendet man für Eiſenbahnen diejenigen Schienen an, welche in England unter dem Namen edge-rails (Kantenſchienen) bekannt ſind. Sie ſind aus Gußeiſen, oder aus gewalztem Eiſen verfertigt und bieten dem Rade, welches an der einen Seite der Felge mit einem vor-

Digitized by Google

ſtehenden Rande, einem ſogenannten Spurkranze verſehen iſt, eine ebene Oberfläche dar. Von den beiden an einer Axe ſitzenden Rädern iſt alſo jedes mit einem ſolchen vorſtehenden Rande verſehen, wodurch ſie auf den Schienen erhalten werden, ohne das Geleiſe verlaſſen zu können. (ſiehe Fig. 21.) Eine mit edge-rails angelegte Eiſenbahn führt in England den Namen rail-road.

Die gußeiſernen Schienen (Fig. 1 und 2.) haben ungefähr 1 Meter Länge und ſind am Ende ſchräg zugeſchnitten, ſo daß die zwei auf einander folgenden Schienen in einander greifen. In ſolcher Appoſition ruhen ſie auf einem Lager oder Träger und zwar in einem Geſenke deſſelben. Sie werden hier durch eiſerne Nägel befeſtigt, welche durch beide Schienen gehen, und von den eiſernen Wangen des Trägers feſtgehalten.

Die ſchmiedeeiſernen Schienen (Fig. 3 und 4.) werden in der Regel an den Enden zuſammengeſtoßen, ohne abgeſchrägt zu werden. In der Regel befeſtigt man ſie in den Lagern durch hölzerne oder eiſerne Keile, welche an der Seite eingezogen werden, ſo daß ſie eine Leiſte am untern Theile der Schiene, in einer ſeitlichen Vertiefung des Lagers feſthalten. Die ſchmiedeeiſernen Schienen unterſcheiden ſich von den gußeiſernen durch ihre Länge, welche 4 Meter, 60 Centimeter, oder 15 engliſche Fuß beträgt. In Frankreich hat man ſogar dergleichen Schienen von 5 Meter Länge verfertigt. Eine Schiene von dieſer Länge liegt dann auf Steinblöcken, welche höchſtens 92 Centimeter, oder 1 engliſche Elle von einander entfernt ſind, wie auf der Eiſenbahn zu Darlington in England. Bei einem ſehr lebhaften Verkehr macht es ſich ſogar zweckmäßig, den Blöcken nur einen Abſtand von 76 Centimeter zu geben, ſo daß die ganze

Digitized by Google

Schiene von 4 Meter 60 Centimeter auf 6 Steinblöcken ruht.

Dergleichen lange Schienen, welche in 6 Lagern und auf 6 Steinblöcken befestigt sind, gewähren einen großen Vortheil für die Dauer der Bahn und für die Erhaltung der richtigen Lage der Schienen, welche der seitliche Druck des Spurkranzes der Räder, während der Bewegung des Wagens, beständig zu verschieben strebt. Bei solchen langen Schienen aus Schmiedeeisen vertheilt sich nun dieser Seitendruck auf 6 Steinblöcke, während er bei den gußeisernen Schienen beständig auf einen einzigen Steinblock wirkt. In diesem letztern Falle, wo die Zahl der Elemente jedes Geleises sechsmal größer ist, als im ersten Falle, ist folglich die Wirkung des Rades weit eher im Stande, die gerade Linie der Schienen zu vernichten.

Ein anderer Vortheil der Schienen aus gewalztem Eisen besteht darin, daß der laufende Meter solcher Schienen in der Regel nur 13½ Kilogramm wiegt, während jeder Meter gußeiserner Schienen 27—28 Kilogramm wiegt. Die Anwendung der schmiedeeisernen Schienen gewährt also eine beträchtliche Ersparniß in den Kosten der ersten Anlage. Diese merkwürdige Gewichtsdifferenz rührt daher, daß das Schmiedeeisen eine weit größere Cohäsionskraft besitzt, als das Gußeisen, und folglich bei gleichem Querdurchschnitte mit letzterem eine weit größere Last tragen kann. So lehrt z. B. die Erfahrung, daß eine gußeiserne Stange auf den Quadratmillimeter nicht über 10 Kilogramm longitudinale Zugkraft aushalten kann, während der Widerstand des Schmiedeeisens von gleichem Durchschnitt sich ziemlich bis auf 40 Kilogramm erstreckt; und die Rechnung beweist, daß, wenn eine gußeiserne und eine schmiedeeiserne Stange an beiden Enden unterstützt und mit einem gewissen

Digitized by Google

Gewichte belastet werden, sie dasselbe Widerstandsverhältniß darbieten.

Nennt man zum Beispiel l die veränderliche Entfernung des Gewichtes vom nächsten Unterstützungspunkt, b die Breite der Stange, d die Dicke derselben, f den transversalen Widerstand, den der Quadratmillimeter des Metalles, aus welchem die Stange besteht, einer longitudinalen Zugkraft entgegenzusetzen vermag; endlich P das Gewicht, welches die Stange trägt, so erhält man folgende Gleichung:

$$P\,l = \tfrac{1}{4}\,f \cdot b\,d^2,$$

welche Gleichung man in jedem Handbuche der angewandten Mechanik finden wird.

Ist nun die Stange eine gußeiserne, so ist f = 10 Kilogramm, bei einer schmiedeeisernen ist f = 40 Kilogramm. Da nun P constant bleibt, so wie auch die Länge zwischen den beiden Unterstützungspunkten und die Breite der beiden Schienen, so wird die veränderliche Quantität von einer Stange zur andern für denselben Werth von l die Dicke d seyn. Angenommen nun, d sei die Dicke der gußeisernen Stange, d' diejenige der schmiedeeisernen Stange, so bekommt man

$$10\,d^2 = 40\,d'^2, \text{ oder } d = 2\,d'.$$

Es muß also an einem gegebenen Punkte die Dicke der gußeisernen Stange doppelt so groß seyn, als diejenige der schmiedeeisernen, und da die specifischen Schweeren des Eisens und des Gußeisens ausgedrückt werden durch 7,80 und durch 7,20, das Gewicht des Wassers = 1 genommen, so folgt daraus, daß das Gewicht der gußeisernen Stange vollkommen doppelt so groß, als dasjenige der schmiedeeisernen Stange seyn müsse.

Dieses beweist auch übrigens die Erfahrung, welche man auf den Eisenbahnen von dem einen, oder

Digitized by Google

dem andern Material gesammelt hat, und in der Praxis gilt eine seit 20 Jahren erprobte Thatsache unendlich mehr, als ein durch Rechnung erlangtes Resultat.

Um noch über diese Frage einige Aufklärung zu geben, wollen wir die Form des Durchschnittes der Schienen untersuchen, welche sich erfahrungsmäßig als die geeignetste erwiesen hat, um dem Drucke der Wagenräder, welche nach und nach mit allen verschiedenen Theilen der Oberfläche in Berührung kommen, überall einen ganz gleichen Widerstand darzubieten.

Der Durchschnitt der schmiedeeisernen oder gußeisernen Schienen, Fig. 6 und 7, bietet auf der obern Kante der Schiene eine Oberfläche von 5 Centimeter dar. Die untere Kante ist schmäler und besitzt nur soviel Breite, als erforderlich ist, damit der Widerstand des angewendeten Metalles den Druck der Last äquilibrire, welche über die Schiene rollt. Nicht ohne Grund hat man die obere Kante der Schiene am breitesten gemacht, damit nämlich die Schiene nicht die Felgen der Räder aushöhle und zu schnell abnutze, was unfehlbar geschehen würde, wenn die obere Kante, gleich dem übrigen Theile der Schiene, nur 12 oder 15 Millemeter breit wäre. Andern Theils sieht man auch ein, daß die Schiene, um auf der ganzen Länge zwischen zwei Unterstützungspunkten einen gleichen Widerstand darbieten zu können, in der Mitte weit dicker, als an ihren, auf den Steinblöcken ruhenden Enden sein müsse. Ihre vertikale Dicke muß also von der Mitte aus gegen die Steinblöcke hin nach und nach abnehmen, so daß der untere Theil der Schiene die Form einer Curve erhält. Aus der Rechnung ergibt sich, daß diese Curve eine Parabel sey.

Für diesen Zweck wenden wir uns wieder zur vorigen Formel:

$$P l = \frac{1}{3} f b d^2.$$

Digitized by Google

Für eine und dieselbe Schiene kann man f, b und P als constante Größen betrachten. Die beiden veränderlichen Größen dieser Gleichung sind also l oder die Entfernung des Gewichtes vom festen Unterstützungspunkte, und d oder die Dicke der Schiene an einem gegebenen Punkte. Die durch obige Gleichung ausgedrückte Curve wird eine Parabel seyn, deren Axe durch die Mitte der Schiene läuft.

Eine solche Gestalt gibt man nun auch den gußeisernen Schienen, wie aus Fig. 1. ersichtlich ist.

Was die schmiedeeisernen Schienen anlangt, so ist die Frage nicht identisch mit derjenigen, die wir eben geprüft haben; denn es handelt sich hier nicht mehr von einer einzigen Schiene, die auf zwei Unterstüzzungspunkten ruht. Die schmiedeeisernen Schienen sind, wie gesagt, fast fünfmal länger, als die gußeisernen, und ihre sechs Theile ruhen auf sechs Steinblöcken, sind an denselben gut durch hölzerne oder eiserne Keile befestigt, bilden ein unbewegliches Ganzes, von welchem jeder Theil zu dem Totalwiderstande beiträgt, den die Schiene dem Gewichte leistet, welches auf einen einzigen dieser Theile drückt. Dieses Resultat wird um so einleuchtender seyn, weil die schmiedeeisernen Schienen einen gewissen Grad der Biegsamkeit besitzen, der dazu beiträgt, die Wirkung des Druckes auf die ganze Länge zu vertheilen. Daraus geht nun hervor, daß die Krümmung, welche sich für jeden Theil einer gußeisernen Schiene zwischen zwei Steinblöcken eignet, nicht so merklich zu seyn braucht, als für eine gußeiserne Schiene, welche isolirt Widerstand leisten muß. In der Praxis wird alsdann diese Krümmung von geringer Bedeutung.

In England indessen hält man sich noch streng, selbst bei schmiedeeisernen Schienen, an die Regel der Thevrie und bemüht sich, der Mitte jeder Schienenportion zwischen zwei Steinwürfeln eine größere Dicke

Digitized by Google

zu geben, die man alsdann bis zu dem Punkte, welcher direct auf den Steinblock zu liegen kommt, allmälig abnehmen läßt. Die ganze Länge der Schiene bietet also eine Reihenfolge bauchiger und zusammengezogener Theile dar, und die mittlere Dicke jedes zwischen zwei Steinblöcken befindlichen Längentheiles schwankt zwischen 6 oder 7 Centimeter am Ende, bis zu 9 Centimeter in der Mitte. Aber diese wellenförmige Gestalt ist nicht ohne Schwierigkeiten herzustellen, wie man sich leicht überzeugen wird, nachdem wir die Art und Weise beschrieben haben werden, wie man diese Schienen verfertigt. Da die Differenz zwischen der größten und kleinsten Dicke der Schiene immer sehr gering bleibt, so hat man in Frankreich für die ganze Länge der Schiene eine mittlere Dicke von 8 Centimeter angenommen.

Fig. 6. gibt den Durchschnitt einer gußeisernen, mit Querbolzen befestigten Schiene, so daß der Durchschnitt in der größten vertikalen Dicke genommen ist. Fig. 7. stellt eine schmiedeeiserne Schiene dar, welche in ihrem Lager durch Seitenkeile befestigt ist, die den innern Rand derselben in der entsprechenden Kehle des Lagers festhalten. Die angezeigten Verhältnisse entsprechen den Dimensionen, welche bei der Eisenbahn von St. Etienne an der Loire angewendet worden sind. Die Schienen dieser Eisenbahn sind aus Gußeisen, und auf derjenigen von St. Etienne nach Lyon sind sie aus Schmiedeeisen. Fig. 8. gibt den Durchschnitt einer schmiedeeisernen Schiene der Eisenbahn von Darlington in England.

Die Schienen werden, ehe man sie auf ihrem Lager befestigt, gewissen Proben unterworfen. Die von Andrézieux und Roanne müssen, nachdem man sie auf zwei Unterlagen befestigt hat, welche 0,90 Meter von einander entfernt sind, den Schlag eines Gewichtes von 2000 Kilogrammen, aus einer Höhe

Digitized by Google

von 0,70 Meter herabfallend, aushalten, ohne zu zerbrechen, oder einen Riß zu erhalten. Die Fläche dieser herabfallenden Masse muß 0,20 Meter betragen, und die Schiene, welche durch diesen Schlag einen Bug erhalten hat, muß im kalten Zustande sich wieder in ihre vorige Gestalt zurückbringen lassen.

Die Stärke der Schienen wird, damit durch ihre Biegung kein unnützer Widerstand der Räder auf denselben entstehe, in England im Allgemeinen so genommen, daß bei Wägen mit Federn $\frac{1}{4}$, bei Wägen ohne Federn aber die Hälfte des Gewichtes in der Mitte der Schiene keine Biegung größer, als 0,032 englische Zoll hervorbringt.

Erwähnung verdienen hier noch die verbesserten gewalzten Schienen für Eisenbahnen, auf welche die H. H. Smith und Walkinshaw neuerdings ein Patent genommen haben. Es befinden sich nämlich an diesen Schienen Lager oder Träger, die aus einem Stücke mit den Schienen selbst bestehen und an den Seiten, oder an dem Bodentheile derselben vorragen. Mit diesen Trägern oder sogenannten Füßen, sollen nämlich die Schienen in ihrer gehörigen Stellung auf steinernen oder hölzernen Blöcken, oder Riegeln ruhen, so daß dieselben statt der an den gewöhnlichen Schienen gebräuchlichen Lager oder Träger dienen.

Nach einer von der oben beschriebenen abweichenden Bauart der Eisenbahnen wird die Basis oder der Bodentheil der Schienen viel breiter, als an den eben erwähnten Schienen gemacht, und diese Breite, welche von einem Ende der Schiene zum andern gleichförmig fortläuft, ist so groß, daß die Schienen, ohne Dazwischenkunft von Lagern, an den Balken befestigt werden können. An den verbesserten Schienen hingegen ragen jene Theile, welche die Stelle der gewöhnlichen Lager, oder Träger vertreten, nur in Zwischenräumen, d. h. nur an jenen Stellen, an de-

Digitized by Google

nen sich nach der gewöhnlichen Methode die Lager befinden müßten, über die Breite der Basis der Schienen hervor. Es ergibt sich hierdurch nicht nur ein Ersparniß an Material, sondern die Befestigung der Schienen an den Blöcken und Riegeln wird dadurch auch vereinfacht und vervollkommnet, wodurch sich also auch eine Ersparniß an den Baukosten ergeben muß.

In Fig. 34. sieht man einen Seitenaufriß eines Theiles einer verbesserten Schiene; Fig. 35. zeigt dieselbe Schiene von oben, Fig. 36. hingegen von unten, oder von der Basis her. Fig. 37. ist ein Querdurchschnitt; Fig. 38. ein ähnlicher Durchschnitt, der jedoch durch die erwähnten hervorragenden Theile der Schiene, genommen ist. a ist die Kante der Schiene, auf welcher die Wagenräder laufen sollen; b b die Vorsprünge, Füße, oder Träger, an den Seiten der Schienen, durch welche Vorsprünge die Bolzen, Zapfen oder Schrauben gehen, womit sie an den Blöcken befestigt werden; c ist endlich die Basis oder der Bodentheil der Schiene.

Diese Schienen werden auf ähnliche Weise, wie weiter unten auseinander gesetzt werden soll, aus Eisenstäben, mittelst eines Walzwerkes verfertigt.

Fig. 39. zeigt die obere Seite eines Theiles einer Schiene, an welcher die Träger, oder Füße, in gewissen Entfernungen von einander, aber abwechselnd, bald an dieser, bald an jener Seite der Schiene angebracht sind. Andere Arten von solchen Schienen sieht man in Fig. 40, 41, 42, 43, 44, 45 und 46; hier sind die Füße, oder Träger, dadurch gebildet, daß der untere Theil der Schiene in gewissen Zwischenräumen nach auswärts gedrückt ist, während man den obern Theil in gerader Richtung fortlaufen ließ. Der untere Theil der Schiene wird nämlich an jenen Stellen, an welchen die Füße gebildet werden sollen,

Digitized by Google

an den beiden Seiten aus der geraden Linie in einer Krümme heraus getrieben, und dadurch entstehen hohle Füße, die fest auf den Blöcken oder Balken aufliegen werden, und im Allgemeinen viel weniger Eisen brauchen, als die zuletzt beschriebenen.

Dergleichen Schienen werden erzeugt, indem man die Eisenstäbe, oder die Schienen zwischen Rollen durchlaufen läßt, die einerseits mit Furchen, andererseits aber mit Zähnen versehen sind, welche in einander eingreifen.

Um die Schienen, nachdem sie zum letztenmal durch die Walzen gelaufen sind, wieder ganz gerade zu machen, bringt man dieselben, während sie noch heiß sind, in lange gußeiserne Behälter, in denen man deren Enden mit Keilen an den Behältern befestigt, so wie dieses zuweilen auch bei gewöhnlichen Schienen zu geschehen pflegt. Die Schienen werden dadurch an den Enden festgehalten, während sie in der Mitte frei sind, und die Folge davon ist, daß sie durch die Zusammenziehung, die während des Abkühlens erfolgt, gerade gezogen werden.

Fig. 40, 41 und 42. zeigen die Basen oder Bodentheile, verschieden geformter Schienen, von unten. Fig. 43. ist ein Seitenaufriß, Fig. 44. eine Ansicht derselben von oben. Fig. 45. ist ein Querdurchschnitt durch eine solche Schiene, und Fig. 46. endlich ein ähnlicher Durchschnitt durch die Schiene und durch einen ihrer Füße.

Die zuletzt beschriebenen hohlen Füße, oder Träger, können eben so gut auch dadurch geformt werden, daß man die Schienen zuerst gerade auswalzt und dann später im erhitzten Zustande in eine Stampf- oder Schlagpresse bringt, in welcher deren Basis, oder Bodentheil, aus der geraden Linie getrieben und in die Füße, oder Träger, verwandelt wird.

Digitized by Google

Sollte man es für nöthig halten, so könnte man auch eine größere Anzahl von Trägern, als dieses gewöhnlich an den Eisenbahnen der Fall ist, daran anbringen. Es brauchten übrigens nicht alle diese Füße auf den Blöcken oder Balken befestigt zu werden; einige könnten auch auf dem Boden aufliegen und also schon dadurch wesentlich dazu beitragen, daß die Schienen in ihrer gehörigen Stellung bleiben. (London Journal of Arts, April 1834.)

Verfertigung der Schienen. Die gußeisernen Schienen werden, wie gewöhnliche Gegenstände der Förmerei, gegossen. Man hat sich erfolglos bemüht, sie aus dem Roheisen herzustellen, wie es direkt aus den Hochöfen kommt. Dergleichen Roheisen ist aber zu spröde, indem es noch nicht hinlänglich gereinigt ist. Man ist also genöthigt, das Roheisen in einem Krummofen oder Flammenofen umzuschmelzen, und alsdann gießt man es in Sandformen, welche die Gestalt der Schiene bestimmen.

Diese schmiedeeisernen Schienen werden mittelst eines besonders dazu eingerichteten Walzwerkes, dessen Walzen in der Fig. 47. vorgestellt sind, in einer Hitze ausgewalzt, nachdem die dazu gehörigen Stangen vorher durch die zum Puddlingfrischen gehörigen Walzen gegangen sind. Die Schienen, für welche die in der Zeichnung dargestellten Walzen gerichtet sind, sind diejenigen, wie sie auf der Bahn von Liverpool und Manchester angewendet werden. Der 15 Fuß lange Stab hat eine Breite von 3 Zoll und eine Höhe von $1\frac{3}{16}$ Zoll. Er gelangt zuerst in den Einschnitt Nro. 1. durch den er einen trapezoidischen Querschnitt annimmt, 3 Zoll lang, $1\frac{5}{8}$ und $\frac{3}{4}$ Zoll breit. Er kommt hierauf in den Einschnitt Nro. 2, wo sich ein etwas abgerundeter Kopf bildet, dann in den Einschnitt Nro. 3, wo die Abrundung zunimmt und an der untern Kante auf einer Seite sich eine vorstehende

Digitized by Google

Leiste bildet; in Nro. 4. erhält der Kopf seine völlige Gestalt, und auch auf der andern Seite bildet sich eine vorstehende Leiste. In dem Einschnitte Nro. 5. werden die 5 Bogen gebildet, in welche die Schiene abgetheilt ist, indem die Cylinder in diesem Theile excentrisch wirken. Da nämlich die Spannung des Bogens 1 Zoll beträgt, so wird auf der Walze, deren Axe $\alpha\beta$ ist, ein Kreis eingeschnitten, dessen Mittelpunkt b, Fig. 48, nur $\frac{1}{2}$ Zoll von a, dem Mittelpunkte der Walze absteht. Dadurch beträgt bei der Umdrehung der Walze die Höhe der Leere bald $3\frac{1}{2}$ Zoll (in der Mitte der einzelnen Schiene), bald nur $2\frac{1}{2}$ Zoll (am Ende derselben), so daß auf der unteren Seite der Schiene nach diesen Dimensionen die bogenförmigen Erhöhungen gebildet werden.

Da die Länge des Bogens des einzelnen Schienenstücks 36 Zoll beträgt, so muß, wenn r den Halbmesser der excentrischen Scheibe bezeichnet, $2r\pi = 36$ Zoll, daher $r = 5{,}75$ Zoll seyn. Außerdem bleibt noch zu berücksichtigen, daß zwischen den beiden Bogen der einzelnen Schienen, wo sie im Lager ruhen, noch auf eine Länge von 5 Zoll von d bis e Figur 49. die untere Fläche der Schiene gerade und die Schiene nur $2\frac{1}{2}$ Zoll hoch seyn soll, weshalb auf der excentrischen Scheibe der Bogen von d bis e Fig. 48. auf eine Länge von 5 Zoll nicht aus dem Mittelpunkte derselben b, sondern aus jenem der Walze a beschrieben werden muß. Um der Schiene noch die gehörig scharfe Gestalt zu geben, passirt dieselbe zuletzt durch den Einschnitt Nro. 6, welcher dem vollen Querschnitte der Schiene an der größten Breite gleich, daher $3\frac{1}{2}$ Zoll lang ist. Auf diese Art ist eine 15 Fuß lange, aus 5 einzelnen bogenförmigen Abtheilungen bestehende Schiene hergestellt, deren Breite oben $1\frac{3}{4}$, unten $\frac{3}{4}$ Zoll, und die größte Höhe $3\frac{1}{2}$, die geringste $2\frac{1}{2}$ Zoll beträgt.

Digitized by Google

Leichter ist das Auswalzen der Schienen, wenn sie durch ihre ganze Länge einen gleichförmigen Durchschnitt haben. Nach dem Auswalzen wird die Schiene stark mit hölzernen Hämmern bearbeitet, um sie, so gut wie möglich, gerade zu richten und zu hindern, daß sie sich durch's Erkalten nicht zu sehr krümmt. Wenn sie kalt geworden ist, bringt man sie unter eine starke Scheere, mit einer Schneide aus Gußstahl, von der Form des Schienendurchschnittes, um die Enden nach dieser Form scharf zuzuschneiden. Der reine und glatte Schnitt der Schiene ist sehr wichtig, um ein Ende der Schiene gut an's andere anzupassen, wie man es auf den Eisenbahnen zu thun gewohnt ist.

Wir haben bereits erwähnt, daß der Meter Schienen aus Schmiedeeisen etwa 13½ Kilogramm wiegt, während der Meter gußeiserne Schienen bis 27 und 28 Kilogramm beträgt. Man kann sich gegenwärtig auf den französischen Hüttenwerken schmiedeeiserne Schienen verschaffen, von denen 100 Kilogramm 35 Fr. kosten. Die gußeisernen Schienen kosten wenigstens eben soviel. Folglich kömmt der laufende Meter schmiedeeiserner Schienen etwa auf 4 Fr., während der Meter gußeiserner Schienen über 9 Fr. kostet.

Gegen diese beträchtliche Wohlfeilheit hat man eingewendet: es stehe zu befürchten, daß der Rost und der Gebrauch die schmiedeeisernen Schienen weit geschwinder, als die gußeisernen abnutzen würden. Aber diese Behauptung ist nichts weniger, als erwiesen. Was die Wirkung des Rostes anlangt, so ist sie auf einer Eisenbahn kaum zu bemerken, und man hat in diesem Betreff eine interessante Bemerkung gemacht, nämlich, daß der Rost kaum ½ Millimeter tief in solche Schienen eindringt, auf welchen, wie auf denen der Eisenbahn, täglich die Räder laufen.

Digitized by Google

Die Abnutzung durch den Gebrauch anlangend, verdient bemerkt zu werden, daß die schmiedeeisernen Schienen fast niemals brechen, das Eisen müßte denn sehr spröde seyn. Das Gußeisen dagegen bricht gar leicht, besonders im Winter, wenn es sehr kalt ist. Endlich will auch berücksichtigt seyn, daß die abgenutzten schmiedeeisernen Schienen noch als altes Eisen verkauft werden können, und zwar 100 Kilogramm für 20 oder 21 Fr., während zerbrochenes Gußeisen höchstens wieder eingeschmolzen werden kann, für welchen Zweck man den metrischen Centner höchstens mit 16 oder 17 Fr. bezahlt.

Träger oder Lager. — Die gußeisernen Träger, welche die Schiene auf jedem Steinblock unterstützen, besitzen in der Vertiefung gerade die Form der Schiene im Erhabenen. Fig. 6. stellt den Durchschnitt eines Trägers dar, dessen man sich gewöhnlich für gußeiserne Schienen bedient. Man bringt letztere in das Lager, indem man die Seiten derselben über einander schiebt, und sie werden alsdann, wie bereits erwähnt worden, mittelst eines Quernagels befestigt, welcher durch den Träger und seine beiden an der Schiene anliegenden Wangen läuft.

Fig. 7. gibt den Durchschnitt eines Lagers mit einer schmiedeeisernen Schiene, von einer Form, deren weiter oben gedacht worden ist. Diese Träger oder Lager haben in der Regel 22 Centimeter Länge und 6 Centimeter Breite. (siehe Fig. 10.) Der hohle Raum im Träger nimmt die Leiste der Schiene auf, während ein hölzerner Schließkeil zwischen der andern Seite der Schiene und der Wange des Trägers eingezogen und von einer kleinen gußeisernen Vorragung, etwa ½ Linie betragend, festgehalten wird. Auf diese Weise wird die Schiene so lange an ihrer Stelle fest erhalten, bis das Holz endlich fault; alsdann bekommt sie in ihrem Lager eine merkliche Bewegung. Um

diesem Fehler abzuhelfen, bedient man sich in England, statt der hölzernen, eiserner Schließkeile (siehe Fig. 8.); damit ist aber der Uebelstand verbunden, daß man die Schiene nicht so feststellen kann, sondern ihr immer einige Bewegung lassen muß. Die große Schwierigkeit der Vereinigung der Schienen in den Lagern rührt endlich hauptsächlich davon her, daß die beiden Enden zweier auf einander folgender Schienen nicht gut mit einander verbunden werden können; denn da sich jede Schiene unter der Last der Wagen biegt, so pflegen sich diese beiden Enden immer zu heben, und wenn eine dieser Schienen vom Schließkeil nicht mehr angedrückt wird, so ist die Folge davon, daß sie sich über die andere erhebt und dem Wagen, von welchen sie getroffen wird, eine Erschütterung mittheilt. Man pflegt übrigens an den Verbindungsstellen der Schienen, Lager anzuwenden, die wenigstens um 2 Centimeter länger, als die unter der Mitte der Schiene befindlichen sind. Wenn die Schienen an einem geneigten Theile der Eisenbahn liegen, so streben sie manchmal in der Richtung der Neigung, in Folge der Stöße, welche sie empfangen, aus dem Lager zu gleiten. Alsdann wird in jede Wange des Trägers, an der Verbindungsstelle, sowie in die eine Schiene, von der Seite ein Loch gebohrt, und mittelst eines schmiedeeisernen Nagels, welcher durch die Träger und die erwähnte Schiene läuft, verhindert man letztere, aus dem Lager zu gleiten. Dieses letztere Mittel vereinigt, wie man sieht, beide Befestigungsarten in den Trägern, nämlich diejenige mittelst des Nagels und diejenige mittelst des Seitendruckes. Auf der Eisenbahn von Manchester hat man das Ende der Schienen so zugeschnitten, daß sie übergreifen, wie die gußeisernen Schienen. Dieses ist allerdings sehr gut, um der Schienenbahn größere Festigkeit zu geben, und kein anderer Nachtheil

Digitized by Google

damit verbunden, als daß man für eine bestimmte Länge der Bahn eine größere Zahl von Schienen braucht.

Die Träger, oder Lager, sind aus Gußeisen und sehr leicht herzustellen, weil man deren vier auf einmal in einem einzigen Gießrahmen formen kann. Hundert Kilogramm solcher Träger kosten auch nur 35 — 40 Fr., und jeder Träger zu 8 Kilogramm kömmt etwa auf 1 Fr. Auf einer Eisenbahn von etwas starkem Verkehr haben sie keine sehr lange Dauer, aber 100 Kilogramm schadhaft gewordener Lager kann man wieder mit 16 Franken verkaufen, und übrigens würde es zu theuer kommen, schmiedeeiserne Träger anzuwenden.

Die beiden Löcher, welche sie auf jeder Seite haben, sind zur Aufnahme der eichenen Pflöcke, welche mit Gewalt in ersteren entsprechende Löcher der Steinblöcke, oder der hölzernen Querschließen, (Fig. 10. und Fig. 7.) eingetrieben werden.

Steinblöcke. Die Steinblöcke haben in der Regel wenigstens 1 Quadratfuß Oberfläche bei 7—8 Zoll Höhe. Diese ausgebreitete Oberfläche ist nothwendig, um der Schiene eine vollkommen sichere Lage zu geben; der Steinblock braucht indessen nicht sehr hoch, oder vollkommen cubisch zu seyn, denn sonst würde jeder Seitendruck, den die auf der Bahn laufenden Wagen gegen die Schiene ausüben, einen solchen Würfel, der einer festen Lage entbehrt und sich um seine Basis zu drehen geneigt ist, leicht umstürzen. Sowie es bei den Trägern der Fall ist, so besitzen auch die Steinblöcke an den Verbindungsstellen der Schienen eine breitere Oberfläche, als diejenigen an den andern Unterstützungspunkten; ihre Oberfläche beträgt in der Regel wenigstens 2 Quadratfuß. Die Steinblöcke werden aus dem Groben viereckig zugehauen und nur die obere Fläche verlangt größere Sorg-

Digitized by Google

falt, um dem Träger eine ebene Auflage gewähren zu können. Die Löcher, in welche die hölzernen Pflöcke eingeschlagen werden, macht man mit dem gewöhnlichen Meißel. Sie haben wenigstens 3 Zoll Tiefe und müssen so eng als möglich seyn, damit der Träger nicht wankt. Ein so vorgerichteter Steinblock kostet im Steinbruch etwa 75 Centimen. Um den eichenenen Pflöcken in den Löchern des Steinblockes noch größere Festigkeit zu geben, schlägt man häufig noch außerdem einen dicken schmiedeeisernen Nagel in diese Pflöcke; sie müssen indessen, gleich den Schließkeilen, häufig erneuert werden. Ihr Preis ist übrigens sehr wohlfeil.

Auf der Eisenbahn, welche jetzt von London nach Birmingham angelegt wird, haben die großen Kosten, welche das Herbeischaffen von Granitwürfeln verursacht, deren man sich zu solchen Bauten zu bedienen pflegt, die Ingenieurs auf den Gedanken geführt, Würfel von Schiefer anzuwenden, die fest in den Boden eingefügt werden, damit sie durch die Erschütterung der Wagen nicht aus ihrer Stelle gerückt werden. Um die Widerstandskraft dieser Schieferplatten zu erproben, hat man einige dem Drucke einer hydraulischen Presse ausgesetzt. Der Erfolg zeigte, daß 1 Cubikzoll engl. Schiefers einen Druck von 3½ Tonnen (70 Ctnr.) aushalten kann, so daß mithin Steine von 1½ Zoll Dicke mehr als hinreichend sind, um dem auf Eisenbahnen lastenden Drucke Widerstand zu leisten. Man hat berechnet, daß bei dieser Verwendung des Schiefers die sonst gewöhnlichen Kosten solcher Anlagen um die Hälfte vermindert werden.

Das Legen der Schienen. — Nachdem die gehörigen Vorrichtungen für die Eisenbahn getroffen sind, und es sich nur noch darum handelt, die Schienen zu legen, beginnt man damit, zwei Graben von der Breite der Steinblöcke längs der Linie, welche

Digitized by Google

das Schienengeleise einnehmen soll, auf beiden Seiten der Bahn auszuheben. In England beträgt die Breite der Bahn von einem Geleise zum andern, oder die sogenannte Spurweite, 60 englische Zoll, oder 1½ Meter. Diese Breite haben auch die bis jetzt in Frankreich angelegten Eisenbahnen. Nachdem diese Graben ungefähr 75 Centimeter von der Axe der Bahn gegraben sind, schafft man die mit ihren Trägern versehenen Steinblöcke herbei, und nachdem die Stellen, welche sie einnehmen sollen, gehörig nivellirt sind, richtet man sie gut vor, in Abständen von 91 oder 76 Centimeter, wie wir weiter oben angegeben haben, oder in jedem andern Abstande, den man für zweckmäßig hält. Hierauf setzt man 20 solcher Steinblöcke zu gleicher Zeit und richtet sie auf der geraden, oder der krummen Linie, welche die Bahn bekommen soll, nach der Schnur, worauf man die Schienen in die Träger legt. Es werden sich immer Unebenheiten in der Tiefe des Grabens, oder in der Höhe der Steinblöcke finden, welche man mittelst der Setzwage berichtigt. Je nachdem die Steinblöcke nun zu tief, oder zu hoch stehen, bringt man entweder mehr Erde unter sie, oder schlägt sie mit der hölzernen Handramme tiefer ein. Wenn alles die richtige Höhe hat, so befestigt man die Schienen in ihren Trägern, indem man die Schließkeile einzieht. Man umgibt jeden Steinblock mit kleineren Steinen und dann mit der aus dem Graben gehobenen Erde, welche mit der Handramme fest gestampft wird.

Diese Vorsichtsmaßregeln sind unerläßlich und von der größten Wichtigkeit, wenn man ein dauerhaftes Schienengeleise legen will; denn sobald die Schienen nicht gut gelegt sind, kann der Widerstand, den die Zugkraft findet, bis auf's Doppelte steigen.

Wenn die Träger auf Querbalken gelegt werden, was nur bei provisorischen Eisenbahnen zu geschehen

Digitized by Google

pflegt, so legt man diese Querbalken senkrecht zur Axe der Bahn in einen für diesen Zweck ausgehobenen Graben und sieht zu gleicher Zeit darauf, daß die beiden Schienengeleise vollkommen parallel werden. Man bedient sich auch dieses Mittels, wenn eine bleibende Eisenbahn mit Steinblöcken auf frisch aufgetragenen Boden, der noch nicht Zeit gehabt hat, sich zu setzen, angelegt worden ist. Man legt alsdann zwischen die Steinblöcke Querschließen, welche die beiden Schienengeleise mit einander verbinden und verhindern, daß sie sich von einander entfernen. Beim Legen der gußeisernen Schienen läßt man endlich zwischen zwei auf einander folgenden Schienen einen Zwischenraum von ungefähr zwei Millimeter, damit bei großer Wärme diese langen Schienen sich frei ausdehnen können. Dieser Zwischenraum von zwei Millimeter scheint für die Temperaturveränderungen unseres Klima's ausreichend zu seyn, indem ein Meter Eisen sich für jeden Grad Wärme um 0,0122 Millimeter auszudehnen pflegt. Bei einer Temperaturveränderung von 50° würde sich also 1 Meter Eisen um 0,610 Millimeter und eine schmiedeeiserne Schiene von 15 englischen Fußen, oder 4,60 Meter, um 2,180 Millimeter verlängern. Wäre die Schiene länger, z. B. 5 Meter, so müßte man noch etwas mehr Raum lassen. Ohne diese Vorsicht krümmen sich die durch die Wirkung der Wärme verlängerten Schienen mit einer unwiderstehlichen Kraft, und Schienengeleise, welche mit der größten Genauigkeit im Winter gelegt worden, sind nach Verlauf von 6 Monaten ganz unkenntlich, indem die Wärme die gerade Richtung gänzlich verändert hat. Da die gußeisernen Schienen weit kürzer sind, so ist immer hinlänglicher Raum zwischen ihren Enden, so daß die durch die Wärme bewirkte Verlängerung keinen Schaden bringt.

Digitized by Google

Wenn die schmiedeeisernen Schienen vom Hüttenwerke kommen, so besitzen sie immer eine gewisse Krümmung, die von der Ungleichheit ihrer Abkühlung auf der ganzen Oberfläche herrührt. Diese Krümmung ist so beträchtlich, daß die Schiene genau gerichtet werden muß, ehe man sie legt. Dieses Geraderichten geschieht auf einem kleinen Ambos, und es gehören dazu drei Arbeiter, von denen zwei die Schiene halten und successive alle Theile derselben auf den Ambos bringen, während der dritte mit einem eisernen Schlägel dieselbe kalt bearbeitet. Drei Arbeiter können täglich 30 — 40 Schienen gerade richten. Auf den französischen Eisenbahnen kommt eine Schiene gerade zu richten auf 15 — 20 Centimen.

Wir haben gesehen, daß die schmiedeeisernen Schienen an der einen Seite eine Art von Leiste haben, welche in eine Aushöhlung des Trägers paßt, während zwischen der andern Seite der Schiene und der Wange des Trägers der Schließkeil eingezogen wird. (Siehe Fig. 7.) Wenn man nun die Schienen legt, so kann darüber Ungewißheit obwalten, ob es besser sei, die Leiste der Schiene an die innere, oder an die äußere Seite der Bahn zu bringen. Um diese Frage zu untersuchen, muß man sich erinnern, daß der Druck, den der Spurkranz des Wagenrades während der Bewegung ausübt, immer am obern Theile der Schiene von innen nach außen drückt und also dieselbe nach außen umzustürzen strebt. Wenn man also die Leiste an die innere Seite der Bahn bringt, so wird sie stark gegen den obern Theil des Trägers drücken und denselben zu zerbrechen streben, während, wenn sie an die äußere Seite gebracht wird, der der obern Fläche der Schiene nähere Schließkeil sie besser gegen das Umwerfen schützt, und auf der andern Seite stützt sich die Schiene gegen den obern Theil des Trägers. Aus diesen Gründen scheint es besser zu seyn, die

Digitized by Google

Leiste an die Außenseite der Bahn und den Keil an die innere Seite zu bringen. Da sich die Schienen in allen Fällen hauptsächlich an demjenigen Theile ihrer Oberfläche abnutzen, welcher der Reibung des Spurkranzes ausgesetzt ist, so muß man sie umkehren, sobald diese Seite abgenutzt ist, damit alsdann der Spurkranz die unversehrte Seite berührt, wobei man successive die eine und die andere der von uns angegebenen Methoden, die Schienen zu legen, benutzen kann.

Flache Schienen. — Außer den eben beschriebenen Schienen, den sogenannten edge-rails, oder Kantenschienen, hat man auch noch sogenannte flache Schienen, plate-rails, und eine mit solchen Schienen angelegte Eisenbahn nennt man in England tram-road, oder Schienenbahn mit vorstehendem Rande. Der Rand, welcher verhindern soll, daß das Wagenrad die Schiene verläßt, befindet sich also bei dieser Art von Bahn an der Schiene und bei ersterer am Felgenkranze. Dergleichen Schienen mit vorstehendem Rande sind Fig. 5 und 9. abgebildet. Da die Radfelge eben ist, so folgt daraus, daß auf einer solchen Bahn alle Arten von Fuhrwerken fahren können, wie man sie auf gewöhnlichen Chausseen findet, und auf den ersten Blick scheinen sie von weit allgemeinerer Anwendung zu seyn, als diejenigen mit Kantenschienen, welche Räder von besonderer Form erheischen. Aber man muß bedenken, daß das Prinzip einer Eisenbahn darin besteht, einer Radfelge ohne alle Unebenheiten eine vollkommene glatte Oberfläche darzubieten, und es würde folglich nicht zweckmäßig seyn, auf Eisenbahnen mit gewöhnlichem grob beschlagenen und mit starken Nägelkuppen versehenen Fuhrwerk zu fahren, wodurch nicht nur eine beträchtliche Reibung erzeugt, sondern auch die Schienen rasch abgenutzt werden würden. Eisenbahnen mit vorste-

Digitized by Google

henden Rande scheinen zwar in der ersten Anlage beträchtlich wohlfeiler zu kommen, als die bereits beschriebene Art der Eisenbahn, weil die Schienen flach sind und folglich mittelst starker Holzschrauben leicht auf hölzernen Unterlagen befestigt werden können; aber die hohle Form dieser Schienen bewirkt, daß sie sich mit Koth oder mit Staub bedecken, was für die Zugkraft einen neuen Widerstand erzeugt und den Nutzen gänzlich aufhebt, den die Eisenbahnen gewähren. Um diesen Nachtheil zu vermindern, hat man auf den flachschienigen Eisenbahnen sehr schmale Räder angewendet, die weniger Berührungspunkte mit ihnen hatten und an welche sich der Koth und die fremden Stoffe, welche auf der Oberfläche der Bahn verbreitet sind, nicht so leicht anhängen konnten; aber diese dünnen Räder arbeiten rasch eine Furche in die Schiene, und daraus entsteht eine neue sehr heftige Reibung.

Diese Art von Eisenbahn ist lange Zeit in Wales gebräuchlich gewesen, aber nach und nach verschwand sie, um den Eisenbahnen mit Kantenschienen Platz zu machen. Man hat auch geglaubt, daß sie sich in den Stollen der Bergwerke, deren Sohle in der Regel so fest ist, daß man die Schiene unmittelbar auf dieselbe legen kann, würde anwenden lassen; aber die angestellten Versuche zeigen, daß die Ersparniß bei der ersten Anlage und die Leichtigkeit, mit welcher sich schadhafte Schienen wegnehmen und ersetzen lassen, völlig aufgewogen werden durch den Widerstand, den der auf die Schiene sich ablagernde Koth erzeugt, und durch die schnelle Abnutzung des Materiales bei solchen schmalen gußeisernen Radfelgen, die wie ein schneidendes Messer wirken. Will man eine Eisenbahn für eine Benutzung von einiger Wichtigkeit anlegen, so beschränkt man sich deshalb gegenwärtig blos auf die Anwendung der Kantenschienen, welche einige Zoll über den Boden vorragen, oben

Digitized by Google

nur 6 Centimeter breit sind und weit leichter in dem Zustande der Reinlichkeit sich erhalten, welcher für eine Eisenbahn unerläßlich ist. Wir werden uns deshalb ganz besonders mit den einzelnen Umständen dieser allgemein angenommenen Art der Eisenbahn beschäftigen.

Wir wollen jetzt untersuchen, ob die Kraft und die Natur der verschiedenen Elemente, aus welchen dieselbe zusammengesetzt ist, nicht nach dem Preise des Schmiedeeisens, des Gußeisens und selbst der Steine in den verschiedenen Localitäten verschieden ausfallen muß. Die Dimensionen, welche wir für den Durchschnitt der schmiedeeisernen Schienen gegeben haben, sind denen conform, die gleich von Anfang in England angenommen worden sind; man hat sie aber für die große Geschwindigkeit auf dem Wege von Liverpool nach Manchester, wo die Passagiere mit einer Geschwindigkeit von 7 — 8 Lieues in der Stunde fortgeschafft werden, zu schwach gefunden. Auf dieser Eisenbahn wiegt der laufende Meter Schienen 20 Kilogramm und der gußeiserne Träger 5 Kilogramm. Diese Vermehrung des Gewichtes der Schienen geht recht gut in England an, wo die Hüttenwerke 100 Kilogramm Schienen für 20 Fr. liefern. Aber in Frankreich, wo das Eisen theurer ist, würde es weit zweckmäßiger seyn, auf einer für ähnliche Geschwindigkeit, wie zwischen Manchester und Liverpool bestimmten Eisenbahn, die Zahl der Steinblöcke zu vermehren, wodurch man weit wohlfeiler dasselbe Resultat für die Festigkeit der Bahn erlangt.

Bei dieser Gelegenheit erlauben wir uns einige Bemerkungen über die verschiedenen Verfahrungsarten, nach welchen Eisenbahnen wohlfeiler, als in England angelegt werden können. Das wohlfeilste Verfahren, eine Eisenbahn anzulegen, besteht darin, eichene Unterlagen anzuwenden und dieselben mit flachen schmie-

Digitized by Google

deeisernen Schienen von 1 Centimeter Stärke zu beschlagen; man verbindet sie mit einander senkrecht zur Richtung der Straße durch Querschließen. Es läßt sich sogar behaupten, daß eine solche Bahn, da das Holz elastischer ist, als die Steinblöcke, den Passagieren den Vortheil gewährt, sehr sanft auf derselben fortbewegt zu werden. Würde aber der Verkehr auf einer solchen Bahn etwas lebhaft seyn, so könnte sie nur kurze Zeit dauern, denn das Eichenholz, welches die Basis derselben bildet, ist unvollständig mit Erde bedeckt, folglich allen Abwechselungen der Trockenheit und der Feuchtigkeit ausgesetzt und muß bald faulen; außerdem gehen die schmiedeeisernen, mit Holzschrauben befestigten Schienen sehr leicht los, und nach Verlauf einiger Zeit würde die Bahn durchgängig ausgebessert werden müssen, sobald nur die Transporte auf derselben mit einer gewissen Geschwindigkeit ausgeführt werden.

Hölzerne Schienen können nur in solchen Gegenden einigermaßen vortheilhaft seyn, wo das Holz sehr wohlfeil, das Eisen hingegen theuer ist. So hat z. B. die Vereinigung dieser beiden Bedingungen Hrn. v. Gerstner zur Annahme dieser Bauart bei der Anlange einer Schienenstraße von 32 Kilometer Länge zwischen der Moldau und der Donau bestimmt, und auch für ähnliche Anlagen von sehr großer Ausdehnung in den Vereinigten Staaten Nordamerika's sind sie hie und da vorgeschlagen worden.

In Gegenden, wo große Quadersteine wohlfeil zu haben sind, könnte man auf Steine von 1½ Meter schmiedeeiserne Kantenschienen von 3 Centimeter Dicke legen und mit eisernen Schrauben befestigen, welche in hölzerne Pflöcke geschraubt würden, die, wie bei den gewöhnlichen Steinblöcken, in den Stein eingetrieben sind. Um der ganzen Verbindung eine große Stabilität zu geben, müßte man die Schienenenden

Digitized by Google

dergestalt übergreifen lassen, daß immer je zwei Enden auf zwei an einander liegenden Steinen befestigt sind, und außerdem müßte jede Schiene wenigstens um 2 Centimeter vortreten, damit der Spurkranz des Rades sich nicht am Steine reibt. Dieses Verfahren würde allerdings große Festigkeit gewähren, erheischt aber lange Steine, die nicht überall leicht zu finden sind.

Für die Bergwerke von Alais hat Herr Brard ein ganz anderes Verfahren in Anwendung gebracht, nämlich gewöhnliche flache gewalzte 15 Fuß lange Eisenschienen von 2 Zoll Breite und ½ Zoll Stärke, dergestalt in einer, in den zur Unterlage dienenden Steinblöcken, ausgearbeiteten Rinne, auf der hohen Kante aufgestellt und darin durch eiserne Keile gut befestigt. Auf diese Art ist es ihm gelungen für halb soviel Geld, als eine ähnliche englische Bahn gekostet haben würde, zum Ziele zu kommen. Die gehörig festen, auf der obern Seite rauh behauenen Steinblöcke (aus Granit, Kalk- oder Sandstein) werden auf gehörig gesicherter Unterlage in der Richtung der Geleise an einander gefügt, so daß sie zwei parallele Geleisemauern bilden, die um die Spurweite von einander entfernt sind. In den in diesen Mauerbänken ausgehauenen Rinnen werden die Schienen nicht allein mittelst eingezogener Keile, sondern auch durch einen eingegossenen Kitt so befestigt, daß ihre obern Kanten etwa 1 Zoll über die Fläche der Steine hervorragen. Die Erfahrung hat jedoch gelehrt, daß diese Schienen den Felgenkranz sehr bald aushöhlen und dabei durch den Seitendruck der Räder sehr bald aus ihrer Richtung kommen.

Der Ritter v. Baader hat endlich den Vorschlag gethan, gußeiserne Schienen auf fortlaufenden Geleisemauern d. h. ganz massiven und zusammenhängenden Steindämmen zu befestigen. Wenn die

Digitized by Google

Enden der gußeisernen Schienen genau an einander gefügt und auf ganz soliden und unverrückbaren Unterlagen gehörig befestigt werden, so bilden sie eine so gleichförmige, ununterbrochen glatte Fläche, daß die Räder ohne die geringsten Erschütterungen oder Stöße über alle Fugen weglaufen. Dazu gehört aber freilich vor allen Dingen, daß die Schienen auf zusammenhängenden, steinernen Unterlagen, an allen Punkten gleich aufliegen. „In dieser Hinsicht, sagt er, ist die alte in England noch immer beibehaltene Bauart höchst mangelhaft. Man kann sich in der That kaum etwas Ungeschickteres denken, als die Befestigung von eisernen Schienen auf 3 — 4 Fuß von einander entfernten ganz isolirten Steinblöcken oder Würfeln, zwischen welchen die Schienen hohl liegen, und welche, wie die tägliche Erfahrung seit 30 Jahren lehrt, dem auf so kleine Flächen vertheilten Drucke der darüber rollenden Lasten nur gar zu leicht an einzelnen Stellen nachgeben, sich senken und aus ihrer vertikalen, parallelen Lage verrückt werden, wodurch dann ein theilweises Aufstehen der Schienenenden, heftige Stöße, oft Brüche an Schienen und Rädern, und fast immerwährende Nachhilfen, Ausbesserungen und Reparaturen unvermeidlich herbei geführt werden. Diese Nachtheile werden selbst durch die gewalzten Schienen von 12 — 15 Fuß Länge, die folglich weniger Fugen haben, bei der mit so großem Aufwande hergestellten Eisenbahn von Liverpool und Manchester keineswegs ganz beseitigt.

„Daß bei einer so fehlerhaften Bauart die gußeisernen Schienen dem Brechen, mehr als die geschmiedeten, oder gewalzten Schienen ausgesetzt sind, ist nicht zu läugnen; eben so wahr ist es aber auch, daß bei einer zweckmäßigen Construktion, wo die gußeisernen Schienen auf soliden und zusammenhängenden

Unterlagen überall gleich aufliegen, auch diese gegen solche Unfälle vollkommen gesichert sind.

„Was endlich den Einwurf betrifft, daß die Schienen von Gußeisen bei strenger Kälte dem Springen ausgesetzt seien, so ist dieses wohl nur bei der schlechtesten Qualität des Eisens und bei einer unvorsichtigen Befestigung der Schienen zu befürchten, wo der Ausdehnung und Zusammenziehung des Metalles nach den verschiedenen Graden der Temperatur kein Spielraum gelassen wird. An den Schienen der im Jahre 1825 zu Nymphenburg vorgerichteten und auf eine eigne Art befestigten Eisenbahn, war nach 6 ungewöhnlich strengen Wintern noch nicht der geringste Sprung zu bemerken."

Großes Aufsehen unter den Mechanikern und Nichtmechanikern Englands hat in der neuesten Zeit die von Richard Badnall, dem Jüngern, zu Douglas, Isle of Man, erfundene undulirende Eisenbahn erregt, die sich sowohl auf sogenannte rail-roads, als auf tram-roads, anwenden läßt. Diese Erfindung läßt sich am besten durch die Betrachtung der Schwingungen eines Pendels versinnlichen. Wenn ein, mittelst einer Schnur von dem Punkte z Fig. 50. herabhängendes Blei aus der senkrechten Linie bis zum Punkte a gezogen und daselbst frei gelassen wird, so wird dasselbe in Folge seiner eignen Schwere in dem Bogen a b bis zu dem Punkte b fallen; es wird aber bei diesem Falle zugleich auch ein solches Bewegungsmoment erlangt haben, daß es durch dieses auf der entgegengesetzten Seite eben so hoch, d. h. bis zum Punkte c getrieben wird. Nimmt man nun an, daß von den Gipfeln zweier Berge herab durch ein Thal ein Schienenweg oder eine Eisenbahn auf solche Art geführt sei, daß der Abfall von dem Gipfel a, Fig. 51, bis in das Thal b denselben Winkel mit einer horizontalen Linie bilde, wie ihn die auf der

Digitized by Google

andern Seite von b bis c emporsteigende Bahn bildet, so wird ein Wagen d, der sich auf dem Scheitel des Abhanges bei a befindet, blos durch seine eigene Schwere auf dem Schienenwege, oder der Eisenbahn, bis zu dem Punkte b hinablaufen und dadurch nach den Gesetzen der Pendelschwingungen ein solches Bewegungsmoment erlangen, daß er ohne weitere Kraftanwendung auf der andern Seite bis zu dem Scheitel des Hügels c, dessen Höhe jener des Hügels a gleich ist, hinaufläuft.

Dies würde, den allgemein bekannten physikalischen Gesetzen gemäß, ganz zuverlässig geschehen, wenn das Bewegungsmoment nicht durch die Reibung der Wagenräder an ihren Achsen und an den Schienen, auf denen sie laufen, ein Hinderniß erführe. Zieht man nun diese Reibung als aufhaltende Kraft von dem Bewegungsmomente ab, welches der Wagen durch das Herablaufen von a bis b erhielt, so wird man finden, daß dieses Bewegungsmoment den Wagen nicht von b bis c, sondern blos bis z treiben wird.

Herr Badnall drückt sich hierüber folgendermaßen aus: „Man wird hieraus sehen, daß der Wagen d nicht blos in Folge seiner eigenen Schwere von a bis b herabgelangen wird, sondern daß er durch das Bewegungsmoment, welches er durch dieses Herabrollen erhält, auf der entgegengesetzten Seite ohne alle Mithilfe irgend einer Triebkraft bis zu dem Punkte z empor getrieben werden wird. Um daher den Wagen vollends bis auf den Gipfel des zweiten Hügels, d. h. bis c, zu treiben, ist blos eine solche Triebkraft nöthig, welche den Wagen von z bis c zu treiben im Stande ist, so daß also auf diese Weise all' die Kraft erspart wird, die zum Treiben des Wagens von a bis z erforderlich wäre."

„Wird nun eine geringe, oder schwache Triebkraft angewendet, um diesen Wagen von a bis b zu

schaffen, so erzielt man auf diese Weise ein größeres Bewegungsmoment, als sich aus dem Herabrollen des Wagens in Folge seiner eigenen Schwere ergeben würde, und man ist daher im Stande den Hügel **b c** zu erreichen, nachdem man die ganze Strecke von **b** bis **c** auf der wellenförmigen Eisenbahn mit Hilfe einer weit geringeren Triebkraft zurück gelegt hat, als nöthig wäre, um den Wagen auf einer vollkommen horizontalen Fläche eine gleiche Strecke weit zu treiben."

Nach dieser Auseinandersetzung der Grundsätze, auf welchen Badnall's undulirende Eisenbahn beruht, ist nur noch zu bemerken, daß die Theorie dieser Eisenbahn durch einige Versuche, die der Erfinder mit einem kleinen Modelle anstellte, sich sehr gut bewährt hat. Er hat sie in einer kürzlich erschienenen Schrift öffentlich mitgetheilt.*) Herr Badnall hält sich für überzeugt, daß die gekrümmten, oder wellenförmigen Eisenbahnen, sowohl auf ebenen, als auf schiefen Flächen unbezweifelbare und unwandelbare Vorzüge vor den horizontalen Bahnen voraus haben, und er schätzt, den angestellten Versuchen nach, den Gewinn an Zeit auf die Hälfte, und jenen an Gewicht auf das Doppelte der Kraft. Die theoretische Darlegung der Vortheile dieser Art von Eisenbahnen gibt er auf folgende Weise:

„Es sei die Linie **E A** in Fig. 52. eine horizontale, **A B** eine bergabsteigende und **B E** eine bergansteigende Eisenbahn, auf welchen Bahnen sich die drei Räder **W W W** befinden.

*) Der Titel dieser bei Sherwood und Comp. in London erschienenen Schrift ist: „A Treatise on Railway Improvements explanatory of the chief difficulties and inconveniences, which at present attend the general adoption of Railways and the means, by which these objections may be overcome, as proved by a series of interesting experiments etc. By *Richard Badnall* Esq. 8.

Digitized by Google

1) „Der Betrag der Reibung, die durch den Druck des Rades W auf die Fläche B A hervorgebracht wird, steht nun in genauem Verhältnisse mit dessen Gewicht, oder mit dem Gewichte irgend eines auf demselben ruhenden Fuhrwerkes; und von diesem Gewichte hängt auch der Betrag der Abreibung ab, welche durch die Umdrehung der Achse innerhalb der Nabe, oder innerhalb des Cylinders, in welchem sie sich bewegt, bewirkt wird. Die Ursache, warum der Betrag der Reibung, oder Abreibung, mit dem Gewichte des Fuhrwerkes im Verhältnisse steht, beruht darauf, daß, wenn C die Achse oder der Mittelpunkt des Rades ist, die senkrechte Linie C G die Schwerlinie vorstellt. An einer horizontalen Eisenbahn stimmen also, obschon sie davon abhängen, der Druck auf die Schienen und der Betrag der durch diesen Druck erzeugten Achsenreibung genau mit dem Gewichte der Wagen und der Last überein; und wird zur Ueberwältigung dieses Druckes und dieser Reibung eine Triebkraft angewendet und dadurch ein Maximum von Geschwindigkeit erreicht, so bleibt diese Geschwindigkeit (wenn die Kraft unterhalten wird) durch Räume und Zeiten gleich, und der Druck und die Reibung bilden eine, gleichförmig Widerstand leistende Kraft. Ueberdies stimmt der Betrag einer Last, die irgend ein locomotives Fuhrwerk fortzuschaffen im Stande ist, genau mit dem Betrage seines Druckes auf die Schienen oder Achsen, oder mit andern Worten, mit der Achsenreibung überein.

2) „Setzen wir nun, das Rad W soll von A nach B gelangen. Von dem Punkte A aus bis T würde ein Körper offenbar nach den Gesetzen fallen, nach welchen Körper senkrecht fallen; zieht man aber auf die Linie A B die senkrechte V T, so wird der Körper in derselben Zeit auf der schiefen Ebene von A bis V hinabgelangen, in der er senkrecht von A bis

T fallen würde. Die Schwerkraft, in Folge der der Körper dies vollbringt, indem sie (praktisch gesprochen) auf dem ganzen Abfalle von A bis B gleichmäßig wirkt, muß eine gleichförmig beschleunigte Bewegung hervorbringen, und in Folge dieser wird bei der Ankunft des Wagens an dem Punkte B die Geschwindigkeit (den Unterschied der Reibung in Anschlag gebracht) mathematisch genau so groß seyn, als sie seyn würde, wenn derselbe senkrecht von A bis T gefallen wäre. Was nun die Größe der Schwerkraft, oder die Ursache betrifft, durch welche das Rad W auf der schiefen Fläche A B herabgetrieben wird, so wird sich dieselbe leicht aus einem Blicke auf das Parallelogramm D C P G ergeben. Hier ist nämlich die Diagonale C G die Schwerlinie, C P die Linie, die den Grad des Druckes auf die Schiene vorstellt, und C D die Bewegungslinie; d. h. die Linie, oder die Schwerkraft C G wird, statt daß sie senkrecht und mit voller Intensität auf die Schiene, wie auf die Linie E A wirkt, in zwei getrennte und verschiedene Kräfte, nämlich in C D und C P getheilt, von denen, wenn man sich so ausdrücken darf, letztere das Rad in seinem Gange aufzuhalten sucht, während erstere dasselbe mit aller Gewalt vorwärts zu treiben strebt. Sowie sich nun C D zu C P verhält, eben so verhält sich die eine dieser Kräfte genau zur anderen; und wenn daher der Wagen, oder das Rad W, 5 Tonnen wiegt, während C D ein Fünftel der Kraft beträgt, so wird C P, der Druck auf die Schienen, von 5 Tonnen bis auf 4 Tonnen vermindert, und zwar nicht blos vermindert, sondern die auf diese Weise ersparte, oder gewonnene Kraft wird sogar thätig zur Ueberwindung des von C P geleisteten Widerstandes verwendet.

„Unter diesen Umständen wird die Bewegung eines Wagens, der durch seine eigene Schwere auf der schiefen Ebene A B herabrollt, beginnen, bis derselbe,

Digitized by Google

wie bereits bemerkt worden, wenn er in B anlangt, dieselbe Geschwindigkeit erreicht hat, die er erreicht haben würde, wenn er senkrecht von A bis T herabgefallen wäre. Wird nun aber zur Unterstützung der Schwerkraft fortwährend eine Triebkraft angewendet, so würde das Herabgleiten eines Körpers auf diesem Abhange das Resultat dieser beiden vereinigten Kräfte seyn, so daß die Bewegung also auf diese Weise gleichmäßig beschleunigt werden würde. Obschon nun die Geschwindigkeit im Verhältnisse zu der erhöhten angewendeten Kraft vermehrt werden würde, so würde das Herabgleiten doch in Bezug auf Räume und Zeiten mit den Gesetzen des Falles in übereinstimmendem Verhältnisse stehen.

3) „Setzen wir nun aber, es soll ein bei B stillstehender Wagen W an die Stelle getrieben werden, auf welcher er in der Zeichnung auf der schiefen Fläche BE abgebildet ist, so wird, da der Winkel FEB dem Winkel FAB gleich ist, und da nach Ziehung der Schwerlinie CG das Parallelogramm CDGP genau jenem gleich ist, welches auf der nebenstehenden absteigenden Fläche beschrieben ist, CP die Linie seyn, die den Druck auf die Schienen, und CD jene Linie, die die Kraft ausdrückt, welche diesem Drucke widerstrebt. Hieraus erhellt also offenbar, daß der Wagen gegen B zurückrollen wird, ausgenommen dies wird durch eine größere Kraft, als CD ist, verhindert; daß er aber, wenn ihm irgend eine regelmäßige und größere Kraft, die wir die Triebkraft nennen wollen, entgegengesetzt wird, nothwendig allmälig und mit gleichförmiger Geschwindigkeit auf der Fläche BE emporsteigen muß, und zwar in gleichen Zeiten durch gleiche Räume. Denn, da der Kraft CD, die einen Theil der durch CG dargestellten Schwerkraft ausmacht, eine Kraft entgegenwirkt, die größer ist, als sie selbst, so wird dieselbe in diesem Falle nicht als

Digitized by Google

eine gleichmäßig aufhaltende, oder verspätende, sondern blos als eine gleichmäßig entgegenwirkende Kraft wirken. Man wird ferner sehen, daß der Druck auf die Schienen und folglich der Betrag der Reibung die ganze aufsteigende Fläche entlang, genau eben derselbe ist, wie auf der absteigenden Fläche **A B**, d. h. um so viel geringer, als auf der horizontalen Linie **E A**, als das Verhältniß der Linie **C D** zu **D G** beträgt.

4) „Um jedoch den Vortheil, der sich aus der Annahme einer wellenförmigen Eisenbahn ergeben würde, zu beweisen, dürfen wir nicht annehmen, daß der Wagen bei **B** stillstehe, sondern vielmehr, daß derselbe, blos in Folge seiner Schwere allein, so weit auf der wellenförmigen Linie **A B E** fortrollt, als es möglich ist.

„Der Wagen wird also, wie bereits oben gesagt worden, nach den Gesetzen der Schwere von **A** bis **B** herabgelangen und an diesem Punkte seine größte Geschwindigkeit und folglich sein größtes Bewegungsmoment erlangt haben. Er wird mithin an der aufsteigenden Fläche **B E** offenbar so lange aufwärts rollen, als die Kraft des Bewegungsmomentes größer ist, als die Kraft **C D**. Sowie aber diese Kraft des Bewegungsmomentes, welche in diesem Falle eine gleichförmig aufhaltende, oder verspätende Kraft ist, geringer wird, als die Kraft **C D**, wird letztere wieder die wirksamere seyn, so daß der Wagen **W** wieder zurück herabrollen und endlich an dem Punkte **B** stillstehen wird.

„Gesetzt jedoch, das durch das Herabgleiten auf **B** gewonnene Bewegungsmoment sei hinreichend, um den Wagen auf der aufsteigenden Fläche bis zu dem Punkte **H** hinauf zu treiben, so ist offenbar, daß, wenn dann eine solche Kraft angewendet werden könnte, die **C D** zu überwinden im Stande wäre, die aufsteigende Strecke **H E** in viel kürzerer Zeit, mit weniger Umdrehungen der Räder und der Achsen und

Digitized by Google

mit viel geringerem Kraftaufwande zurückgelegt werden könnte, als erforderlich wäre, wenn die ganze aufsteigende Fläche **BE** nach der in 3 angegebenen Weise erklimmt werden müßte.

„Wir wollen nun annehmen, daß eine der Kraft **CD** gleichkommende Aushilfkraft angewendet wird, um den Wagen **W** durch die Wellenlinie **ABE** zu treiben, und daß diese Kraft an dem Punkte **B** entzogen wird.

„Hieraus folgt also offenbar, daß, da die Schwere allein schon den Wagen auf der aufsteigenden Fläche bis **H**, d. h. bis über die Mitte derselben emportrieb, um, wo eine doppelte Kraft angewendet wird, bei dem Punkte B auch ein doppeltes Bewegungsmoment als Resultat zum Vorschein kommen müsse, so daß die ganze aufsteigende Fläche **BE** entlang der Kraft **CD** hinreichender Widerstand entgegengesetzt wird. Wenn nun dies richtig ist, um wie viel leichter wird diese Kraft **CD** noch überwunden werden, wenn die Aushilfkraft auf der ganzen aufsteigenden Fläche **BE** unterhalten wird!

„Es scheint also durch dieses Raisonnement eben so unbestreitbar, wie durch die angestellten Versuche erwiesen, daß jede gegebene Last auf einer gekrümmten oder wellenförmigen Bahn nicht nur in weit kürzerer Zeit, als auf einer horizontalen, oder daß eine weit größere Last nicht nur innerhalb derselben Zeit fortgeschafft werden kann, sondern daß selbst Lasten, welche auf der horizontalen Fläche **EA** durch eine Triebkraft bewegt werden konnten, durch ihre eigene Schwere und mit Hilfe einer andern Kraft mit Leichtigkeit auf der Fläche **AB** hinabgleiten und auf der Fläche **BE** wieder emporsteigen können. Eben so offenbar wird es ferner aber auch seyn, daß, welche Kraft auch bei der Ankunft an dem Punkte **E** übrig bleiben wird, diese Kraft zum Erklimmen der weite-

Digitized by Google

ren schiefen Fläche E I verwendet werden wird, und daß zu diesem Ueberschusse auch die fortwährend zur Ueberwindung von C D angewendete Kraft hinzugezählt werden müsse.

5) „Zu bemerken ist, daß, obschon sich die verfügbare Schwerkraft im Gegensatze zum Druck, nur wie C D zu C P verhält, dies doch kein Criterium der Größe des Gewinnes an Geschwindigkeit abgibt. Man kann in der That auch eben so gut sagen, daß C D die Ersparniß an Reibung vorstelle; in welchem Lichte dies übrigens auch betrachtet werden mag, so ist so viel gewiß, daß es den ganzen Abhang entlang eine constante und gleiche Kraft vorstellt. Die Räume, über die der Wagen in Folge dieser Kraft den Abhang hinab durchläuft, sind jedoch in gleichen Zeiträumen nicht gleich, sondern sie verhalten sich, wegen der vermehrten Geschwindigkeit, wie die Quadrate der Zeiten. Setzen wir z. B. A V betrage 10 Yards, der Wagen brauche 1 Secunde, um V zu erreichen, und derselbe Raum würde auf der horizontalen Bahn von dem Wagen bei dem Maximum der Geschwindigkeit innerhalb eben derselben Zeit durchlaufen, so wird der Wagen auf letzterer Bahn in 3 Minuten 30 Yards zurücklegen, während er die Linie A B hinab 90 Yards in 3 Minuten durchlaufen wird; denn $3 \times 3 \times 10 = 90$. Und diese Geschwindigkeit wird, obschon sie auf der aufsteigenden Bahn retardirt, wenn sie durch eine Kraft unterstützt wird, die der auf der horizontalen Bahn angewendeten gleich ist, doch so unterhalten werden, daß der Wagen in weit kürzerer Zeit in einer gegebenen Entfernung anlangt, als er diese Entfernung auf der horizontalen Bahn, mit einer Durchschnittslast beladen, zu erreichen im Stande gewesen wäre.

„Gesetzt z. B. die horizontale Linie E A sei 175, der Abhang A B 90 und die aufsteigende Fläche wieder

90, die ganze wellenförmige Bahn also 180 Yards lang; gesetzt ferner die angewendete Triebkraft sei hinreichend, um auf beiden Bahnen die Reibung und den Widerstand der Atmosphäre zu überwinden und um den Wagen auf der Bahn E A mit einem Maximum der Geschwindigkeit von 10 Yards in der Secunde zu bewegen, so ist offenbar, daß der Wagen $17\frac{1}{2}$ Secunde brauchen wird, um von E bis A zu gelangen; denn $\frac{175}{10} = 17\frac{1}{2}$. Wendet man eben dieselbe Kraft auf den Wagen an, der die wellenförmige Bahn A B E zu durchlaufen hat, und nimmt man 10 Yards als den Raum an, den der Wagen in der ersten Secunde auf dem Abhange A B durchläuft, so ist offenbar, daß er in 3 Secunden bei B anlangen, oder mit anderen Worten, die durch A B bezeichneten 90 Yards zurückgelegt haben wird, indem den Gesetzen des Falles gemäß $3 \times 3 \times 10 = 90$ ist. Dies nun zugegeben und angenommen, die auf dem aufsteigenden Theile der Wellenlinie angewendete Kraft sei eben hinreichend, um die Reibung und den Widerstand der Atmosphäre zu überwinden, so wird der Wagen natürlich, wie dies durch die Pendelbewegung erwiesen ist, die aufsteigende Fläche B E genau in eben derselben Zeit zurücklegen, die er brauchte, um von A nach B zu gelangen. Wird daher eine gegebene Kraft angewendet, die nicht nur die Reibung und den Widerstand der Atmosphäre zu überwinden vermag, sondern die auch eine Last mit einer Geschwindigkeit von 10 Yards in der ersten Secunde zu treiben im Stande ist, so wird, wenn diese Kraft fortwährend gleichmäßig unterhalten wird, die 180 Yards lange, wellenförmige Bahn A B E in weniger denn 6 Secunden durchlaufen werden. Wird hingegen auf der horizontalen Bahn eine Kraft angewendet, die die Reibung und den Widerstand der Luft zu überwinden, und außerdem eine Last mit einem Maximum

Digitized by Google

der Geschwindigkeit von 10 Minuten in der ersten Secunde fortzuschaffen vermag, so wird der Wagen zum Zurücklegen dieser horizontalen Bahn E A von 175 Yards Länge nicht weniger, als 17½ Secunde brauchen. Wenn man daher das Maximum der Geschwindigkeit kennt, mit welcher ein Körper auf einer horizontalen Bahn und auf dem absteigenden Theile einer gegebenen Krümme hinab in der ersten Secunde getrieben werden kann, und wenn die Kraft in beiden Fällen zur Ueberwältigung des Widerstandes hinreicht, so läßt sich die Zeit, innerhalb welcher jede der beiden Entfernungen durchlaufen werden wird, leicht bestimmen; wobei der Unterschied zum Vortheile der Wellenlinie im Vergleiche mit der Länge der horizontalen Linie ausfallen wird.

„Man darf jedoch bei diesen Betrachtungen nicht vergessen, daß auf einer wellenförmigen Bahn eine weit größere Last fortgeschafft werden kann, als auf einer horizontalen. Die zu überwindende Achsen- und rollende Reibung ist auf erster nothwendig geringer, als auf letzterer, und der Stützpunkt, welcher auf dem absteigenden Theile jeder Wellenlinie der effectiven Dampfkraft dargeboten wird, ist ein sehr wichtiger und vortheilhafter Umstand. Man wird sehen, daß bei dieser Auseinandersetzung die Geschwindigkeit eines durch eine Krümme laufenden Körpers nach den Gesetzen berechnet ist, nach welchen das Herabgleiten derselben auf einer regelmäßig geneigten Fläche geschehen muß; es wird sich mithin nothwendig einiger Unterschied ergeben, der jedoch keineswegs so wesentlich seyn kann, als daß derselbe hier näher beschrieben werden müßte."

Als die Eisenbahnen vor vielen Jahren sowohl in England als in Amerika die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen begannen, erfand Herr Sargent, Esq. zu Boston, Massachusetts, wie

das American Railroad Journal berichtet, die sogenannte schwebende oder eingeleisige Eisenbahn (Suspension or single railway). Diese Erfindung erhielt lange Zeit hindurch nicht jene Berücksichtigung, die sie zu verdienen schien, sondern blieb eine lange Zeit unbeachtet und unbenutzt.

Unter den Eisenbahnen, welche nach Herrn Sargent's Erfindung in den Vereinigten Staaten erbaut wurden, befinden sich gegenwärtig in der Grafschaft Suffolk, Massachusetts, zwei. Die eine derselben zu Chelsea ist kreisrund und nur einige hundert Fuß lang; sie ist nichts weiter, als ein etwas großes Modell, an welchem einige Verbesserungen oder Modificationen der ursprünglichen Eisenbahn angebracht sind. Die zweite hingegen, die eine schwebende Eisenbahn nach neuester Art ist, wurde unlängst zu East Boston begonnen und ist noch nicht ganz vollendet. Sie läuft über ein sumpfiges, überall von Dämmen durchschnittenes und mit Teichen überfülltes Stück Landes, welches für jede Eisenbahn sehr ungünstig gelegen ist.

Aus Fig. 53, die mit Ausnahme der Reibungsschiene a a eine Eisenbahn und einen für dieselbe bestimmten Karren nach der ursprünglichen Erfindung Sargent's darstellt, kann man sich eine Idee von dem Prinzipe machen, nach welchem die schwebende Eisenbahn gebaut ist. Herr Sargent hat später auch noch Verbesserungen angebracht.

A A sind die hölzernen, in die Erde eingetriebenen, oder auf andere Weise in der Erde befestigten Pfosten, von denen die Eisenbahn getragen wird. Der Boden stellt hier eine ebene Fläche dar, und daher brauchen die Pfosten nicht von verschiedener Höhe zu seyn; ist der Boden uneben, so müssen die Pfosten von ungleicher Länge seyn, so jedoch, daß die Scheitel der Träger sämmtlich in einer und derselben Fläche

Digitized by Google

liegen. Es wurden verschiedene Mittel vorgeschlagen, um die Pfosten so in den Boden zu befestigen, daß sie keine Neigung haben, durch das Gewicht und die Bewegung der Last, die sie zu tragen haben, aus ihrer senkrechten Richtung zu kommen. Die unteren Enden dieser Pfosten müssen 4 — 5 Fuß tief in Quergraben eingesenkt und auf eine Grundlage aus fester Erde, oder Gestein, gestellt werden. Die Seiten der Gruben sind mit Geröll auszustampfen und in sumpfigen Boden müssen die Pfosten wenigstens von einem starken Balken, welcher schräg in den Boden eingesenkt ist, gestützt werden, so daß sie auf diese Weise gehindert sind, sich anf die entgegengesetzte Seite zu neigen.

B B ist der Tragriegel, oder ein starker Balken, dessen Dimensionen der Last, die die Bahn zu tragen hat, angemessen seyn müssen. Dieser Balken wird auf die Tragpfosten gezapft. Wenn die Räder C C durch vorspringende Randstücke geleitet werden sollen, so müssen die Balken, oder Riegel, mit Eisen beschlagen werden, damit deren Kanten und Seiten nicht von den Rädern abgerieben und abgeschiefert werden, wodurch sie nicht nur bald abgenützt, sondern auch uneben und untauglich werden würden.

C C sind die Räder, von denen das eine vor den andern, in einer geraden Linie auf dem Tragbalken aufruht, und welche an beiden Seiten mit hervorragenden Rändern versehen sind, damit sie in ihrer Stellung erhalten werden. An den Achsen dieser Räder sind die horizontalen Stangen oder das Gestell k k aufgehangen, womit durch die Querbalken D D die zum Transporte der Reisenden und Waaren dienenden Karren und ein starkes, keine Biegung zulassendes Gestell f f, in Verbindung stehen, so daß die Karren an jeder Seite der Bahn, wie die Säcke ei-

Digitized by Google

nes Packsattels balancirt werden. F stellt die auf den Wagen geladene und zu verfahrende Last vor.

Leute, die mit der Mechanik nicht vertraut sind, möchten vielleicht einwenden, daß diese Transportmethode keine Sicherheit gewähre, indem die Wagen, da sie nur eine einzige Räderlinie haben, umschlagen müssen, ausgenommen die Last ist auf beiden Seiten der Bahn vollkommen gleichmäßig vertheilt. Es ist nun zwar allerdings besser, wenn die Last gleichmäßig vertheilt ist; allein es läßt sich doch auch praktisch sehr leicht zeigen, daß ein Umschlagen der Wagen ganz unmöglich ist, wenn die Materialien fest an einander halten. Ist die eine Seite schwerer, als die andere, so wird wohl eine schwache Neigung gegen die schwerere Seite stattfinden; dies ist aber auch Alles; denn so wie sich die schwerere Seite zu neigen beginnt, so nähert sie sich dem Schwerpunkte und verliert folglich immer mehr die Neigung, noch weiter zu sinken; dagegen entfernt sich die leichtere Seite von dem Schwerpunkte und gewinnt folglich an Kraft, so daß sie die andere durch die Hebelkraft, welche entsteht, aufwiegt. Nach demselben Prinzipe sieht man gewöhnlich, daß, wenn eine Person nur mit dem einen Arme einen Wasserkübel, oder sonst ein Gewicht trägt, sie den andern Arm beinahe unter einem rechten Winkel vom Körper entfernt: durch diese instinktmäßige Bewegung ist nämlich der eine Arm im Stande, den andern sammt dem an dessen Ende angehängten Gewichte von 20 Pfunden und darüber zu balanciren. Die Sicherheit wird dadurch, daß der Schwerpunkt so tief zu stehen kommt, indem die Last nicht in gleicher Höhe, oder weit über den Rädern, sondern unter denselben angebracht wird, noch bedeutend vergrößert. Selbst wenn die Achsen brächen, könnte der Wagen nicht umschlagen, denn der Körper des Wagens würde, indem sich dessen Ladung an beiden Seiten der Bahn

Digitized by Google

und unter dem Schwerpunkte befindet, nur um einen Viertelzoll fallen, und wenn er in Bewegung ist, auf derselben fortgleiten.

Herr Sargent brachte in der Folge mehrere Verbesserungen an seiner ursprünglichen Erfindung an, von denen einige bei der Eisenbahn, die er zu East Boston erbaute, in Anwendung kamen. Die wesentlichste dieser Verbesserungen liegt in dem sogenannten Reibungsriegel, den man in der Zeichnung bei a a angebracht sieht. Obschon nämlich das Umschlagen des Wagens unmöglich ist, so dürfte derselbe doch, da er blos auf einer Breite des Rades ruht, wenn die Ladung nicht aus unbeweglichen Massen besteht, und nicht vollkommen gleichmäßig balancirt ist, eine schwingende Bewegung auf der Eisenbahn bekommen. Um diese zu verhindern ist an jeder Seite der Tragpfosten A A, ein kleiner hölzerner Balken a a befestigt; und um die Reibung gegen die Seiten des Wagens zu verhindern, ist unter dem Boden des Wagens ein Rad b angebracht, welches horizontal auf dem Riegel, oder Balken, läuft. Der Druck auf diesen Riegel, oder Balken, ist sehr unbedeutend, denn er ist weit geringer, als der Unterschied zwischen der Schwere der Ladung auf beiden Seiten des Karrens, weil, indem die überladene Seite eine Neigung hat, in senkrechter Richtung herabzusinken, der schiefe Druck auf den Reibungsbalken geringer ist, als die ganze Neigung, welche die belastete Seite zum Herabsinken hat. Dieser Balken braucht daher nur klein zu seyn, und kommt folglich nicht hoch zu stehen: mit seiner Hilfe kann der Karren, selbst wenn die Ladung beweglich und wandelbar ist, so stätig als auf irgend einer doppelt geleisigen Bahn erhalten werden.

Eine weitere und wesentliche Verbesserung hat der Erfinder an den Rädern angebracht. Wenn die Räder durch hervorstehende Randstücke auf dem Haupt-

Digitized by Google

balken erhalten werden, so muß dieser wegen der sonstigen schnellen Abnützung nothwendig mit Eisen beschlagen werden, was die Kosten bedeutend vermehrt. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, kann man die Räder des Karrens breiter machen, als den Tragbalken, oder als die Bahn; es sind dann keine Randstücke nöthig, sondern die Räder drehen sich frei auf der glatten Oberfläche des Balkens. Um sie hierbei in gehöriger Richtung zu erhalten, müßten sie durch Rollen geführt werden, welche horizontal gestellt wären, und an der Seite des Tragbalkens liefen. Diese Rollen würden die Stelle der sonst gebräuchlichen Randstücke vertreten; sie würden aber weit weniger Reibung verursachen, und überdies würden die Kosten des eisernen Beschläges wegfallen.

Die Karren können übrigens, wenn man nur die angegebenen Prinzipien dabei nicht aus den Augen läßt, nach der Natur der zu transportirenden Waaren, und nach dem Geschmacke der Eigenthümer verschieden abgeändert werden. Die schwebende Bahn zu East Boston ist, wie schon oben gesagt worden, auf einem sehr sumpfigen und sehr ungünstig gelegenen Stücke Landes gebaut. Die Tragpfosten, oder Pfähle, sind durch den Morast in eine Schichte blauen Thones getrieben und durch schiefe Klammern, oder Strebepfeiler, gestützt. Die Wagen sind blos zum Transporte von Menschen bestimmt, indem die Bahn nur bis zu einem häufig besuchten Belustigungsorte läuft.

Der einzige Einwurf von Wichtigkeit, der sich gegen die schwebende Bahn machen läßt, ist der, daß man ihr, bei einer größeren Erhöhung über dem Boden, nicht hinreichende Festigkeit geben kann, so daß sie vielleicht bei einer sehr großen Geschwindigkeit und großen Belastung der Wagen nicht dieselbe Festigkeit

Digitized by Google

gewähren dürfte, wie die eisernen, nur wenig über den Boden erhabenen Schienen.

Einige Jahre später trat H. R. Palmer in England mit einer schwebenden Eisenbahn auf, die vollkommen nach demselben Prinzipe erbaut war.

Zweckmäßiger als diese Construktion scheint die vom Ritter v. Baader angegebene Einrichtung zu seyn, nach welcher die zusammen gehörigen, zwei parallelen Bahnschienen, in der Länge von 3 Fuß und in der Geleiseweite von 18 Zoll aus einem Stücke gegossen werden. Damit auf dieser schmalen Bahn das Umwerfen des gleichfalls in der Belastung äquilibrirten Wagens nicht stattfinden könne, sind an jeder Axe horizontale Rollen befestigt, welche auf der Seite der Bahnschienen laufen. Eine solche Einrichtung ist Fig. 54 und 55. vorgestellt, wo der Wagen zugleich die Einrichtung besitzt, um die leichteren Wendungen in den Krümmungen der Bahn zu machen. Der obere Theil der Räder läuft in einer in dem Kasten angebrachten Verkleidung.

Auf eine ähnliche doppeltgeleisige schwebende Eisenbahn nahm auch der Großherzogl. Badensche Salinendirektor v. Bodmer, in Gesellschaft mit den Mechanikern Ballinger und Comp. zu Wien, im Jahre 1826 ein auf die Dauer von 6 Jahren lautendes Patent, und man hat bei Oedenburg eine Strecke dieser Art von Bahnen ausgeführt. Im Großen hat man übrigens von diesen schwebenden Bahnen noch keinen Gebrauch gemacht, da sich auf denselben keine Dampfwägen anwenden lassen.

Digitized by Google

Zweites Kapitel.

Von den auf den Eisenbahnen zum Transport bestimmten Wägen.

Obschon wir noch nicht die Mittel beschrieben haben, welche angewendet werden, um die Wägen aus einer Eisenbahn in eine andere übergehen zu lassen, so läßt sich doch leicht begreifen, daß es mit Schwierigkeiten verbunden seyn müsse, sie von vorn nach hinten umzudrehen, indem sie durch die Spurkränze ihrer Räder auf den 5 Centimeter breiten Schienen festgehalten werden, außerhalb welcher es unmöglich wird, sie, ohne eine beträchtliche Vermehrung der Kraft des Bewegungsmittels, in Bewegung zu setzen. Daraus folgt, daß die Wägen der Eisenbahnen so eingerichtet seyn müssen, um mit gleicher Leichtigkeit sich vorwärts oder rückwärts bewegen zu lassen, oder es folgt daraus mit andern Worten, daß der vordere und der hintere Theil der Wägen sich ähnlich seyn müssen. Es ist außerdem zweckmäßig, daß diese Wägen kein bewegliches Vordergestell, wie das gewöhnliche Fuhrwerk haben, weil dieses bewegliche Vordergestell zu leicht aus der Bahn springen könnte; auch müssen die Kästen dieser Wägen auf zwei parallelen und durch ein ganz unnachgiebiges Gestell verbundenen Axen aufruhen, damit nicht die Räder beim geringsten Hinderniß, auf welches sie stoßen, aus der Bahn zu weichen streben. Endlich ist es begreiflich, daß die Umdrehung dieser Räder genau in einer vertikalen Ebene erfolgen müsse, denn jede schwankende Bewegung um die Axe herum würde dazu beitragen, den Wagen aus der Bahn herausgehen zu lassen. Die Räder müssen folglich auf der Axe festgestellt werden, und letztere muß sich mit ihnen umdrehen, statt daß beim gewöhnlichen Fuhrwerk

Digitized by Google

die Axe befestigt ist und das Rad sich allein umdreht. Diese Betrachtungen deuten schon an, daß die Wägen einen besondern Widerstand erfahren müssen, wenn sie sich in krummen Linien bewegen, weil ihre Axen zu einander ganz parallel bleiben, und die beiden an derselben Axe befestigten Räder immer ganz gleiche Umdrehungsgeschwindigkeit haben müssen.

In Folge dieser Anordnung tragen die Axen, welche sich umdrehen müssen, Axenlager aus Kupfer, oder aus Gußeisen, welche die Verbindung zwischen dem Wagenkasten und den Axen vermitteln. Diese Axenlager mildern die Reibung, welche der Druck des Wagenkastens und seines Inhaltes auf die Oberfläche der Axe ausübt. Bei ihrer Berührung mit der Bahnschiene erfährt auch die Radfelge einen besondern Widerstand, von der Reibung herrührend, welche der Druck ihrer Theilchen gegen die entsprechenden Theilchen der schmiedeeisernen Schiene ausübt. Die Quantität des durch diese letztere Ursache erzeugten Widerstandes wird sehr merklich, sobald die Felge der Räder keine vollkommen glatte Oberfläche darbietet, oder sobald sie aus einem so nachgiebigen und weichen Stoffe verfertigt ist, daß sich derselbe durch den Gebrauch abnutzen läßt. Dieser Widerstand am Umfange des Rades ist sehr vermindert worden durch die Verfertigungsart der auf den Eisenbahnen gebräuchlichen Räder. Er ist indessen noch immer vorhanden, was man schon daraus abnehmen kann, daß sich ein Rad nur in Folge des Widerstandes dreht, den die Massentheilchen der Oberfläche, auf welcher es sich bewegt, seiner freien fortschreitenden Bewegung entgegensetzen. Die Quantität des Widerstandes, der aus dem Drucke des Wagengestelles auf die Axe hervorgeht, wird mehr oder weniger durch die Form der zwischen der Axe und dem Wagengestell befindlichen Axenlager, durch die fetten Stoffe, mit welchen diese

Digitized by Google

Lager geschmiert werden, und endlich durch das Verhältniß der betreffenden Dimensionen der Axe und des Rades modificirt. Um den Einfluß dieser letztern Ursache anschaulicher zu machen, folgen hier einige Erläuterungen:

Das Rad Fig. 56. laufe auf einer horizontalen Eisenbahn; R bezeichne den Radius des Rades und r denjenigen der mit dem Rade verbundenen Axe, ferner c denjenigen Theil des Wagenkastens, welcher bei J auf die Axe drückt. Wendet man, um den Wagen vorwärts zu bewegen, eine Zugkraft f an, so muß diese Zugkraft zuerst den aus der Reibung des Wagens auf der Axe entstandenen Widerstand überwinden; ist dieser Widerstand überwunden, so wird sich die Axe umdrehen und das Rad zugleich in Umdrehung versetzen. Aber die Richtung der Umdrehung des letztern wird der Richtung der Zugkraft entgegengesetzt seyn, weil die Theilchen des Felgenkranzes an denjenigen der eisernen Schiene anhaften. Der durch den Zug hervorgebrachte Effect wird also proportional seyn der Zugkraft f **minus** der Summe dieser beiden Widerstände, nämlich an der Axe und am Umfange des Rades. Nun ist es ganz begreiflich, daß der geleistete Effect ganz derselbe seyn würde, wenn man die Kraft f, statt sie den Wagen vorwärts ziehen zu lassen, am Umfange des Rades in einer ihrer ersten entgegengesetzten Richtung anwenden wollte. Alsdann müßte sie zuerst die Anhaftung der Felge an der Bahnschiene und sodann die Reibung der Axe in ihrem Lager überwinden. Zieht man von der so angewendeten Kraft diejenige Quantität ab, welche erforderlich ist, um das Anhaften der Schiene zu überwinden, und nennt man die übrig bleibende Kraft, welche den Widerstand an der Axe überwinden soll, F; nennt man ferner diesen letzten Widerstand Q: so sind die Richtungen dieser beiden Kräfte F und Q

einander entgegengesetzt, wie auch die Figur anzeigt, denn die eine wirkt am Ende des Hebels R, welcher dem Halbmesser des Rades gleich ist, und die andere am Ende des Hebels r, welcher dem Halbmesser der Axe gleich ist, so daß, wenn man sich die Schiene als beweglich und den Wagen als feststehend denkt, was an den Bedingungen der Aufgabe nichts ändert, diese beiden Kräfte an den Enden eines gekröpften Hebels, dessen Drehungspunkt im Mittelpunkte der Axe liegt, sich einander im Gleichgewichte halten müßten. Man hat also:

$$FR = Qr \text{ folglich } F = Q \cdot \frac{r}{R}.$$

Daraus sieht man nun, daß, um je kleiner das Verhältniß $\frac{r}{R}$ sich stellt, um so viel kleiner auch F im Verhältnisse zu Q seyn müsse, oder mit andern Worten, je größer der Halbmesser des Rades im Verhältnisse zu demjenigen der Axe ist, desto kleiner braucht derjenige Theil der totalen Zugkraft zu seyn, welcher erforderlich ist, um dem aus der Reibung der Axe hervorgehenden Widerstande das Gleichgewicht zu halten. Dieser Widerstand ist ein Theil des Gesammtwiderstandes und weit beträchtlicher, als der Widerstand, welchen der Umfang des Rades auf der Bahnschiene findet, wenigstens, wenn die Radfelgen der Wagen mit gehöriger Sorgfalt gearbeitet sind, und wenn die Bahnschienen eine ziemlich polirte Oberfläche darbieten, wie es bei den sogenannten Kantenschienen der Fall zu seyn pflegt. Im Allgemeinen wird man also die nöthige Zugkraft merklich vermindern, indem man den Halbmesser des Rades im Verhältnisse zum Halbmesser der Axe vermehrt.

Auf der andern Seite leuchtet von selbst ein, daß der Durchmesser des Rades in der Praxis eine Grenze

Digitized by Google

finden müsse in dem Nachtheile, den zu schwere, oder zu wenig feste Räder, wenn man mit der Größe Leichtigkeit verbinden will, mit sich führen. Eben so kann die Axe nicht über gewisse Grenzen hinaus reducirt werden, ohne ihrer Festigkeit und Haltbarkeit zu schaden. Auch die Dimensionen der Axenlager sind für den absoluten Werth des Widerstandes an der Axe nicht ohne Wichtigkeit. Bei harten Körpern, gleich denen, welche hier in Berührung stehen, verhält sich zwar die Reibung, wie der Druck, ohne dabei Rücksicht zu nehmen auf die Ausbreitung der reibenden Oberfläche; würden aber die Pfannen zu schmal seyn, so könnten sie, wenn sie durch die Bewegung sich erhitzen, die Axen zerschneiden; wären sie zu breit, so würde sich das Oel, oder die Schmiere, womit sie versehen werden müssen, in ihrer ganzen Extension nicht gut vertheilen, so daß die Axe an ganz trocknen Theilen sich reiben und dadurch in kurzer Zeit sich abnutzen würde.

Nachdem diese Grundsätze einmal festgestellt worden sind, können wir zur Untersuchung der Construktion der verschiedenen Theile übergehen, aus denen der ganze Wagen zusammengesetzt ist.

Räder. — Die Wagenräder werden gewöhnlich, gleich den Bahnschienen, aus Gahreisen gegossen und haben von einer Felge zur andern gemessen, in der Regel 76 Centimeter Durchmesser. Man kann ihnen sogar 80 — 85 Centimeter Durchmesser geben, und letztere Dimension ist auf der Eisenbahn von Darlington ziemlich die gewöhnliche. Aber dann müssen die Räder aus dem besten Gußeisen gegossen seyn, denn sobald die Speichen im Guß einige Blasen behalten haben, so zerbrechen diese großen Räder bei rascher Bewegung sehr leicht. Die Felge ist 7 Centimeter breit und der Spurkranz 2½ Centimeter hoch (siehe Fig. 21). Diese Breite der Felge soll dem

Wagen auf den Schienen einen gewissen Spielraum gewähren, damit die beiden Spurkränze nicht beständig gegen die Schiene drücken; denn eine solche beständige Berührung des Spurkranzes und der Schiene würde, während der Wagen in Bewegung ist, eine außerordentlich starke Seitenreibung erzeugen.

Die Felge muß gehärtet seyn, so daß sie eine ziemlich harte Oberfläche besitzt, sonst höhlt sie sich durch ihre Berührung mit der Schiene während der raschen Umdrehung, in welcher sie sich befindet, sehr bald aus und ist nach zwei Monaten vollkommen abgenutzt.

Man härtet die Oberfläche der Räder seit mehreren Jahren mittelst des sogenannten Schalengusses (engl. case hardened wheels, franz. roues dont la gorge est trempée). Man legt nämlich in die Sandform einen, nach der Krümmung des Felgenkranzes genau ausgedrehten, mehrere Zoll dicken gußeisernen Ring ein und bestreicht denselben mit Oel; das flüssige Gußeisen erstarret an diesem kalten mit Oel bestrichenen Ringe sehr bald, erhärtet an seiner Oberfläche und bildet unter derselben ein krystallisches, oder strahliges Gefüge, wodurch die Oberfläche so sehr gehärtet wird, daß jetzt die Räder mehrere Jahre dauern, während sie bei gewöhnlichem Sandgusse, vorzüglich in gekrümmten Bahnen, wie schon erwähnt, nur einige Monate zu brauchen waren. Je dicker die Schale ist, desto tiefer geht in der Regel das strahlige Gefüge von der Oberfläche in das Eisen; die gewöhnlichen Schalen in England haben nur 2 Zoll Dicke, aber für die zur Budweiser Eisenbahn in Böhmen gegossenen Räder ließ der Ritter v. Gerstner Schalen von 5 — 6 Zoll Dicke anwenden, wodurch er bewirkte, daß das strahlige Gefüge von der untern Oberfläche des Felgenkranzes bis an die entgegengesetzte ging.

Digitized by Google

Die Räder haben in der Regel 12 gerade Speichen, welche in einer Nabe sitzen, die in drei Theile getheilt ist. Diese Theilung der Nabe macht sich aus dem Grunde nothwendig, damit das Zusammenziehen des Gußeisens beim Erkalten in allen Theilen des Rades gleichmäßig erfolge. Denn die Speichen, die etwa nur 1 Centimeter dick sind, erkalten weit schneller, als die gußeiserne Nabe, und wenn diese Nabe aus dem Ganzen gegossen wird und der Zusammenziehung der Speichen Widerstand leistet, so ziehen sich dieselben auf eine ungleichmäßige Art zusammen, bekommen hohle Räume und zerbrechen sehr leicht. Um dieser ungleichmäßigen Zusammenziehung beim Erkalten abzuhelfen, war man auf den Gedanken gekommen, den Speichen die Form eines S zu geben, welches sich in Folge der Zusammenziehung mehr oder weniger der geraden Linie nähern konnte; aber dieses Auskunftsmittel blieb noch immer unzulänglich, und es ergab sich, daß diese wellenförmige Gestalt die Kraft der Speichen vermindere. Nach dem jetzigen Verfahren theilt man die Nabe in drei Theile, so daß jeder derselben der Zusammenziehung der in ihm befestigten Speichen nachgibt. Das gegossene Rad wird, nachdem es erkaltet ist, aus der Form gehoben, vom Sande gereinigt, und nachdem in die drei Schnitte der Nabe schmiedeeiserne Keile eingelegt sind, treibt man an jeder Seite derselben schmiedeeiserne Ringe glühend heiß an. Diese ziehen bei ihrem Abkühlen die Nabe zusammen und geben ihr wieder die vollkommene Festigkeit. Hierauf wird das Rad in ein vertikales Bohrwerk zwischen drei gußeisernen Säulen gestellt, mit Stellschrauben unter die Mitte des Bohreisens gerichtet und nun die 2 — 2½ zöllige Oeffnung für die Axe in der Nabe ausgebohrt. Diese Oeffnung befindet sich daher genau im Centrum der drei Punkte der Oberfläche, nach welchen das Rad bei dem Boh-

Digitized by Google

ren gestellt wurde. Die schmiedeeiserne Axe, welche zu jeder Seite 12 Zoll weit auf den gehörigen Durchmesser abgedreht wurde, wird nun in die gebohrte Oeffnung der Nabe eingesetzt und hierauf eine Oeffnung von 6 — 8 Linien im Durchmesser zur Hälfte in die Axe und zur Hälfte in die Nabe gebohrt, mit einem schmiedeeisernen Stifte vernagelt und so die Axe mit der Nabe fest verbunden. Daß bei dieser Einrichtung die Axe senkrecht auf der Fläche des Rades stehe, erhellet daraus, weil die Oeffnung in der Nabe vollkommen winkelrecht auf die Fläche des Rades gebohrt wird. Diese Verfertigungsart wird gegenwärtig als die beste angesehen; für minder zweckmäßig hält man diejenige Construction, nach welcher die Nabe in zwei Theile getheilt wird und die Oeffnung für die Axe viereckig ist.

Ein gewöhnliches Rad wiegt 100 Kilogramm und kostet, nachdem es gegossen ist, 35 — 40 Fr. Der Nachtheil einer ungleichmäßigen Zusammenziehung wird um so merklicher, je größer der Durchmesser der Räder ist, und diese Rücksicht in Verbindung mit der Schwere der Räder beschränkt die Größe ihrer Dimensionen auf sehr enge Grenzen, im Vergleiche mit den Rädern an dem Fuhrwerk auf gewöhnlichen Chausseen. Man hat den Versuch gemacht, den für Eisenbahnen bestimmten Rädern auf die Weise einen größern Durchmesser zu geben, daß man sie aus Holz anfertigen ließ, aber dann muß die Verbindung der hölzernen Speichen und Felgen äußerst vollkommen seyn, um nicht durch die Wirkung der Feuchtigkeit und der Trockenheit lose zu werden. Die Verfertigung hölzerner Räder nimmt also im Vergleiche zu der großen Leichtigkeit, mit welcher gußeiserne Räder herzustellen sind, große Sorgfalt in Anspruch, weshalb man auch den gußeisernen Rädern auf Eisenbahnen allgemein den Vorzug gibt.

Digitized by Google

Axen. — Der Durchmesser der Axen beträgt 7 — 8 Centimeter. Man kann sie aus Schmiedeeisen verfertigen, indem man mehrere Eisenstangen von gleicher Länge zusammen schweißt; noch wohlfeiler kommen sie zu stehen, wenn sie auf einem Walzwerke, wie gewöhnliches gewalztes Eisen verfertigt werden. Dazu sind zwei ähnliche Cylinder erforderlich, wie zu dem gewöhnlichen gewalzten runden Eisen, nur muß die letztere Auskehlung der für den Durchmesser der Axe beabsichtigten Dimension entsprechen. Nachdem die Eisenstange gewalzt ist, bringt man ihre beiden Enden unter die Hüttenwerksscheere und schneidet sie von der erforderlichen Länge. Diese Länge beträgt etwas mehr, als die Breite der Bahn, d. h. ungefähr 1,6 Meter. Hierauf werden die beiden Theile jeder Axe abgedreht, auf welche die Axenlager zu ruhen kommen.

Nachdem die Axen gewalzt, gehörig lang zugeschnitten und abgedreht sind, können 100 Kilogramm derselben auf 40 Fr. zu stehen kommen. Eine Axe wiegt 60 — 70 Kilogramme.

Die Nabe wird inwendig sorgfältig ausgerundet und polirt, so daß die Axe dieser Nabe genau mit der Umdrehungsaxe des Felgenkranzes übereinstimmt, denn dieses muß nothwendig der Fall seyn, wenn sich das auf der Axe sitzende Rad umdrehen soll. Dieses Ausrunden und Poliren läßt sich sehr gut mittelst eines kleinen Drehstuhles bewerkstelligen und verlangt blos Uebung. Man bezahlt vom Rade höchstens 1 Franken oder 1 Fr. 23 Cent. Nachdem dieses geschehen ist, füllt man die Theilungsschnitte der Nabe mit dem gewöhnlichen Eisenkitt, aus Eisenfeile und Salmiak, aus und kittet so zugleich die in diesen Schnitten sitzenden eisernen Keile fest. Der Nagel, mit welchem die Nabe auf der Axe festgestellt wird, ist konisch und bekommt eine horizontale Lage; in-

Digitized by Google

dessen würde es vielleicht besser, obwohl kostspieliger seyn, diesen horizontalen Nagel durch einen andern vertikal am Ende der Axe befestigten zu ersetzen, indem die Axe hinlänglich lang ist, um diesen aufnehmen zu können. Dieser vertikale Nagel würde das Rad zurückhalten, sobald es Spielraum bekäme und das gänzliche Abgehen desselben von der Axe verhindern, was sehr schlimme Zufälle herbeiführen kann. In England schmiedet man auch, wie schon erwähnt, das Ende der Axe viereckig und gibt auch der Nabe eine viereckige Oeffnung, worauf man sie beide durch einen vertikalen Bolzen verbindet. Aber diese Verbindungsart ist bei weitem nicht so bequem, als die eben beschriebene, und wenn die Räder brechen, was bei letzteren häufiger vorkommt, als bei den Axen, so ist es schwierig, sie auseinander zu nehmen, um neue Räder auf die Axen zu ziehen.

Axenpfannen oder Axenlager. — Die Form der Axenlager zwischen der Axe und dem Wagen hat mehrere Vervollkommnungen erhalten. In der Gegend von Newcastle haben die Axenlager der Steinkohlenwagen Aehnlichkeit mit den gewöhnlichen Pfannen der Wendelaxen in den Hüttenwerken, sobald man sich nur diese Pfannen umgekehrt denkt. (siehe Fig. 23.) Diese Axenlager sind aus Gußeisen, der mit der Axe in Berührung befindliche Theil derselben ist glatt ausgedreht, und zwei Laschen dieser Lager gehen durch die Querhölzer des Wagengestelles, um hier durch zwei Bolzen befestigt zu werden. Man schmiert die Axenlager mit einer schwarzen Schmiere, welche aus folgenden Stoffen zusammengesetzt ist:

Talg	45 Kilogr.
Theer	4½ —
Thran . . .	9 Liter.

Ist das Axenlager so geschmiert und mittelst der erwähnten Bolzen am Wagen befestigt, so beginnt

man abermals mittelst einer Bürste diese Schmiere am untern Theil der gewöhnlich blos liegenden Axe aufzutragen. Diese Art des Schmierens kostet viele Schmiere, und man hat deshalb auf der Eisenbahn von St. Etienne an der Loire, wo dergleichen Axenlager gebräuchlich sind, die untere Seite der Axe mit einem kleinen halbkreisrunden hölzernen Deckel versehen, der mittelst Vorsteckstiften am obern Theile des Axenlagers befestigt wird. Wenn geschmiert werden soll, öffnet man diesen kleinen Deckel und bringt die Schmiere auf die Axe. Hierauf verschließt man den Deckel wieder, welcher die Schmiere aufnimmt und verhindert, daß sie zu bald verloren gehe.

Die in Fig. 23. angegebenen Dimensionen stimmen mit denen der englischen Axenlager überein. Ein Wagen mit vier geschmierten Axenlagern und Schließdeckeln für den untern Theil der Axe kann eine Strecke von 100 Kilometern durchlaufen, ohne daß man ihn nochmals zu schmieren braucht. Die Kosten des Schmierens betragen auf den Kilometer ungefähr $\frac{1}{2}$ Centime; aber auf's Schmieren muß bei diesem Verfahren ziemlich viel Zeit verwendet werden, und dieser Zeitverlust ist für den Dienst der Eisenbahn ein bedeutender Nachtheil, deshalb fährt man in der Gegend von Newcastle fort, sich einer flüssigen Schmiere zu bedienen.

Da diese Axenlager an den Querhölzern des Wagens unverrückbar befestigt sind, so kann die Axe, welche sie trägt, in diesen Lagern nur nach einer perpendikulären Richtung zur Axe der Eisenbahn gleiten, so daß die beiden Axen einander immer genau parallel bleiben. Dieser absolute Parallelismus ist in den Krümmungen nicht ohne Nachtheile, weil alsdann die Spurkränze der Räder sich sehr stark an der Schiene reiben und die erforderliche Zugkraft beträchtlich vermehren, selbst wenn die Krümmungen einen sehr gro-

Digitized by Google

ßen Halbmesser haben. Wir werden in der Folge die Ursachen näher kennen lernen, welche den Widerstand in den Krümmungen vermehren.

Um diesem Uebelstande abzuhelfen, hat man der Axe eine Einrichtung zu geben versucht, vermöge welcher sie sich nach der Krümmung, die sie durchläuft, normal zu richten im Stande seyn soll. Man hat deshalb die Zapfenlager vom Gestell des Wagens abgesondert und mittelst zweier gußeiserner Laschen festzustellen gesucht, welche auf einem ebenen Stück, das an den Querhölzern des Wagengestelles befestigt wird, mit einander verbunden sind. Diese Einrichtung ist Fig. 21. dargestellt. Man sieht auch aus der Figur, daß die Axe mit zwei festen Scheiben versehen ist, von denen jede vom Rade einen Abstand hat, welcher der Länge des Axenlagers genau gleich ist. Letzteres liegt also zwischen der Scheibe und der Vorragung der Nabe, und der obere Theil dieses Lagers, der aus Gußeisen zu seyn pflegt, ist mittelst kleiner Bolzen gut mit dem unteren, gewöhnlich aus Holz verfertigten Theile verbunden, so daß die Axe vom Lager umgeben wird, ohne daß letzteres sich von ersterer entfernen kann, wiewohl es nicht am Wagengestelle selbst befestigt ist. Damit aber die Axe sich etwas rückwärts oder vorwärts bewegen könne, läßt man ihr einen Spielraum von höchstens 2 Millimeter zwischen den Seiten des Axenlagers und den gußeisernen Laschen des am Wagen befestigten Trägers. Sieht man nun darauf, den obern Theil des Axenlagers und den untern des Theiles, auf welchen es aufruht, zu schmieren, so können sich das Axenlager und die Axe um eine gewisse Quantität bewegen, während der Wagen die Krümmungen der Bahn passirt. Aber ein größerer Umfang der Bewegung würde den Gang des Wagens zu unsicher machen und der Axe gestatten, zu leicht das Geleise zu verlassen.

Digitized by Google

Bei dieser Einrichtung der Axenlager hält es schwer, sich der nicht flüssigen Schmiere zu bedienen, um die Axe schlüpfrig zu machen; denn es würde unmöglich seyn, diese Schmiere an der untern Fläche des Axenlagers gehörig zu vertheilen, ohne letzteres ganz aus einander zu nehmen. Das Schmieren wird also mit Oel bewerkstelligt, welches man durch zwei Oeffnungen im obern Theile des Axenlagers nahe am Rade und am andern Ende des ersteren eindringen läßt. Diese Oeffnungen sind immer zugänglich, denn der gußeiserne Träger zwischen dem Wagenkasten und dem Axenlager ruht nur auf demjenigen Theile des Axenlagers auf, welches zwischen diesen Oeffnungen liegt, und kann sich nicht aus dieser Lage entfernen, weil er am Wagengestelle befestigt ist. Mittelst im Innern jedes Axenlagers angebrachter Riefen verbreitet sich das eingedrungene Oel auf der ganzen reibenden Oberfläche der Axe. Außerdem füllt sich der unten befindliche hölzerne hemisphärische Theil mit Oel und erhält an der Oberfläche der Axe eine gewisse Quantität, welche die in Bewegung befindliche Axe durch neue Schmiere immer schlüpfrig erhält. Bei dieser Einrichtung der Axenlager kann eine Axe nicht über 15 — 16000 Meter zurücklegen, ohne daß man ihr frisches Oel gibt. Da diese Operation immer viel Zeit wegnimmt, wenn sie an 100 oder 200 Wagen wiederholt werden soll, so hat man in den Axenlagern selbst eine Art von Behälter anzulegen gesucht, welcher die Axe beständig mit Oel zu speisen vermag.

Für diesen Zweck findet man auf der Eisenbahn von St. Etienne und Lyon den untern Theil der eben beschriebenen Axenlager durch einen blechernen Kasten ersetzt, welcher in seiner Länge einen kleinen hölzernen Cylinder trägt, der sich an der Axe reibt (siehe Fig. 22). In diesen Kasten füllt man durch

eine Seitenöffnung das Oel und zwar bis zu einer solchen Höhe, daß der kleine Cylinder nur zum vierten Theil in das Oel eintaucht. Sobald nun die große Axe sich umzudrehen beginnt, versetzt sie auch den kleinen Cylinder in Umdrehung, welcher nach und nach alle seine Theile in's Oel eintaucht und letzteres auf der Axe absetzt. Diese Art, die Axe mit Oel schlüpfrig zu erhalten, erheischt besondere Vorsichtsmaßregeln. Die Berührung des kleinen Cylinders und der Axe darf nicht mit zu viel Reibung verbunden seyn, wodurch er sich schnell abnutzen würde, noch auch ohne alle Reibung stattfinden, wodurch das Einfetten verhindert werden würde. Sind aber diese Vorsichtsmaßregeln gehörig berücksichtigt und ist die Seitenöffnung so verschlossen, daß kein Staub eindringen kann, so können Wagen mit einer solchen Einrichtung der Axenlager Strecken von 100 und 200 Kilometer durchlaufen, ehe sie frisches Oel bedürfen.

Diese Axenlager haben 20 Centimeter Länge, wodurch sie mit der Axe eine hinlänglich breite Berührungsoberfläche erhalten.

Bei solchen Axenlagern, Rädern und Axen, wie wir beschrieben haben, beträgt der Widerstand für die Zugkraft auf einer horizontalen Bahn ungefähr $\frac{1}{200}$ der transportirten Last. Um also eine Last von 200 Kilogramm fortzuschaffen, bedarf man einer Zugkraft von 1 Kilogramm.

Auf der Eisenbahn von Manchester und Liverpool hat man eine andere Einrichtung getroffen, die Axe auf eine anhaltende Weise in Schmiere zu erhalten. Der obere Theil des Axenlagers trägt einen kleinen gußeisernen Kasten, mit einem Loche gerade über der Axe durchbohrt. In diesem Kasten befindet sich ein anderer kleiner Kasten von weißem Blech, der mit Oel gefüllt ist und in der Mitte eine kleine, an den Boden angelöthete cylindrische Röhre enthält,

Digitized by Google

welche in das Loch des Axenlagers paßt. In dieser kleinen Röhre liegen baumwollene Dochte, welche bis in den Oelbehälter reichen, vermöge der Capillarität das Oel leiten und dasselbe tropfenweise und regelmäßig auf die Axe fallen lassen. Ein so eingerichtetes Axenlager ist ziemlich hoch, wird aber zum Theil von einem unter demselben angebrachten gußeisernen Behälter äquilibrirt, der das von der Axe tröpfelnde Oel sammelt. Außerdem ist der obere Theil dieses Axenlagers am Wagengestell oder vielmehr an einer der vier Federn befestigt, an welchen das Wagengestell aufgehangen ist. Diese Federn machen die Bewegung sanft, und da sie in den Bewegungen des Wagengestells der Schwankung einen gewissen Spielraum gestatten, so leisten sie der Bewegung der Axen in den Krümmungen hinlänglichen Vorschub (siehe Fig. 24).

Eine Eigenthümlichkeit in der Einrichtung der eben beschriebenen Axenlager ist diejenige, daß sie sich an der Außenseite der Räder auf einer entsprechenden Verlängerung der Axe befinden. Diese Einrichtung erleichtert nun gar sehr alle zum Schmieren der Axenlager nöthigen Verrichtungen. Sie gewährt in dieser Hinsicht einen großen Vortheil, denn man kann sogar eine dickere Schmiere anwenden, die nicht so leicht abfließt als das Oel und unmittelbar auf die Axe aufgetragen werden kann. Außerdem gestattet diese Einrichtung einen bei weitem schwächern Durchmesser der Axe an denjenigen Stellen, auf welche das Axenlager zu ruhen kommt. Eine solche Reduction des Axendurchmessers trägt nun, wie wir gesehen haben, sehr viel dazu bei, den absoluten Werth des Widerstandes, welcher aus der Axenreibung entsteht, zu vermindern. Befänden sich die Axenlager an der innern Seite der Räder, so würde eine Reduction des Durchmessers der Axe ganz unmöglich seyn, denn so-

Digitized by Google

bald die Axe an ihren beiden Unterstützungspunkten geschwächt wäre, würde sie weder hinlängliche Stärke besitzen, um der Torsion, noch hinlängliche Festigkeit, um dem geringsten Stoße Widerstand leisten zu können.

Auf der Eisenbahn von Manchester besitzen die vorragenden Theile der Axen, auf welchen Axenpfannen ruhen, nur 3 Centimeter Durchmesser, während die gewöhnlichen Axen an diesen Stellen immer wenigstens 7 Centimeter Durchmesser haben. Man sieht übrigens darauf, diese Axenenden durch eine Art von Einsatzhärten in Stahl zu verwandeln und dadurch zu verhindern, daß sie sich nicht zu geschwind abnutzen. Die Manipulation hierbei ist folgende: der abgedrehte Theil der Axe, wo die Reibung in der Pfanne stattfinden soll, wird in eine gußeiserne, beiderseits offene Röhre von 9 Zoll Länge, deren innerer Durchmesser anderthalb Zoll größer, als jener der Axe ist, gesteckt, das eine Ende dieser hohlen Röhre mit Lehm verschlossen und dann der Zwischenraum zwischen der Axe und der Röhre mit Stücken von altem Leder, Kuhhaaren und einer Quantität Salz gefüllt, hierauf das andere Ende der Röhre wieder mit Lehm geschlossen und nun die Axe sammt der Röhre in ein heftiges, durch fortwährende Luftzuströmung erhaltenes Kohlenfeuer gebracht und darin beiläufig eine halbe Stunde gelassen. Man nimmt nun die Axe aus dem Feuer heraus, schlägt die hohle Röhre herab und steckt die noch glühende Axe in kaltes Wasser. Man findet die Axe, wenn sie abgekühlt ist, stahlartig angelaufen, und wenn der Arbeiter die nothwendige Uebung erlangt hat, um aus dem Grade des Feuers die Härte der Axe zu beurtheilen, so wird dieselbe mit einem Feuer vollkommen gehärtet seyn. Ist dieses nicht der Fall, so muß die Axe einer gleichen Manipulation neuerdings unterzogen werden.

Digitized by Google

Durch diese Härtung der Axen und den Gebrauch gußeiserner, in Schalen gegossener Lager hat man in der letztern Zeit den Widerstand der Reibung bei den Bahnwägen außerordentlich vermindert und die Dauer der Lager, so wie der Axen, bedeutend vermehrt.

Wenn die Berührung, in welcher die Axe mit ihrer Pfanne steht, um die Hälfte vermindert ist, so ergibt schon die Rechnung, daß die Reibung an ihrer Oberfläche um die Hälfte vermindert ist, aber daraus folgt noch nicht, daß der totale Werth des Widerstandes, den die Zugkraft zu überwinden hat, ebenfalls um die Hälfte vermindert sei, weil hier andere Ursachen einwirken, wie z. B. eine kleine Nachlässigkeit beim Schmieren, besonders aber der Zustand größerer, oder geringerer Sauberkeit der Bahnschienen. Wenn übrigens der Durchmesser der Axenenden auf die beschriebene Weise reducirt ist, so würden dieselben bei der auf der Eisenbahn von Liverpool gewöhnlichen Geschwindigkeit von keiner langen Dauer seyn, sobald das Wagengestell nicht von Federn getragen wird. Die Anschaffung dieser Federn verursacht bei der Erbauung solcher Wägen eine Ausgabe von 300 Fr., und deshalb wird man diese Einrichtung an den Wägen wohl nicht auf jeder Art der Eisenbahn einführen. Die Baumeister der Eisenbahn von Liverpool und Manchester haben die mittelst schwacher Axen und Federn so verminderte Reibung jedes Wagens auf $\frac{1}{240}$ der transportirten Last angeschlagen. Demnach würde also die gewöhnliche Reibung, die bekanntlich auf $\frac{1}{200}$ der Last angeschlagen wird, somit noch um $\frac{1}{6}$ vermindert.

Die Axenlager auf der Eisenbahn von Liverpool haben nur 1 Decimeter Länge, und so lang ist auch auf jeder Seite des Wagens die Vorragung der Axe, auf welcher sie sitzen.

Digitized by Google

Wagenkasten. — Die Form des Wagenkastens ändert sich je nach der Art der Waaren, welche transportirt werden sollen. Der Boden besteht aus zwei Rahmhölzern, parallel zur Axe der Straße und verbunden durch 4 Querhölzer (siehe Fig. 20 und 21). Die Enden dieser Rahmhölzer sind durch hölzerne Ansatzstücke verstärkt (Fig. 21.), so daß sie eine breite Oberfläche darbieten, um das gegenseitige Anstoßen der Wägen während der Bewegung aushalten zu können. Denn diese Wägen werden in der Regel durch 1 Fuß lange Ketten mit einander verbunden, so daß sie sich während der Bewegung um diese Länge einander nähern, oder von einander entfernen.

Diese Art, die Wägen anzuhängen, hat übrigens einen großen Vortheil, denn man kann auf diese Weise die Wägen äußerst leicht mit einander verbinden, oder von einander trennen, und außerdem ist jedem Wagen die gehörige Freiheit seiner Bewegung gestattet, während der Wagenzug fortrollt, so daß, wenn ein Wagen die Bahn verläßt, er seinen Nachfolger nicht unmittelbar nach sich zieht. Bei einer steifen Verbindung, z. B. mittelst eiserner Stangen, deren man sich anfangs auf mehreren Eisenbahnen bedient hatte, reichte das harte Zusammentreffen zweier vereinigten Wägen mit zwei andern nicht steif verbundenen Wägen hin, die eisernen Stangen loszusprengen, so daß die eisernen Klauen abgingen, mit welchen sie befestigt waren. Daraus entstanden nun beständige Reparaturen. Wenn der Fall eintrat, daß ein Wagenzug, welcher sich mit Geschwindigkeit bewegte, gegen einen stillstehenden, oder weniger geschwind sich fortbewegenden Wagenzug anstieß, so waren die Folgen davon schrecklich, denn da sich die Geschwindigkeit des anstoßenden Wagenzuges nicht sogleich dem ganzen zweiten Wagenzuge mittheilen konnte, so traf die ganze Wucht des Stoßes die erste-

Digitized by Google

ren Wägen, die dadurch zertrümmert wurden. Sind dagegen die einzelnen Theile eines Wagenzuges unter einander mittelst Ketten verbunden, so treibt der Stoß von einem andern Wagenzuge nach und nach jeden Wagen gegen den folgenden, wie einen Billardball, der auf mehrere neben einander liegende Bälle trifft, und die Geschwindigkeit theilt sich auf diese Weise der ganzen stationären Masse mit.

Dergleichen Ereignisse schaden noch weit mehr durch die Störung und Unterbrechung des Dienstes der Eisenbahn, als durch den Werth der Beschädigung, die sie verursachen, und die Befürchtung, daß sich dergleichen Ereignisse wiederholen möchten, macht die Anwendung der Ketten zur Verbindung der Wagen zu einer Nothwendigkeit.

Fig. 20. stellt einen für den Steinkohlentransport bestimmten Wagen dar. Er ist oben breiter, als unten. Der Boden wird durch eine Klappe geschlossen, die sich in einem Scharniere dreht, so daß man den Inhalt des Wagenkastens leicht ausleeren kann. Diese Klappe besteht aus doppelten tannenen Bohlen, welche von zwei eisernen, mit Haken versehenen Riegeln getragen werden, welche in Ringschrauben an einem der Rahmbäume des Wagens eingreifen (Fig. 22). In England werden diese Haken durch Vorsteckнägel festgehalten, welche man in den Oeffnungen der Ringschrauben befestigt. Dergleichen Vorsteckнägel sind übrigens an den Wagenkasten mittelst eiserner Kettchen befestigt. In Frankreich, wo die Arbeiter bei weitem weniger sorgfältig sind, hat die Erfahrung gelehrt, daß diese Vorsteckнägel leicht verloren gingen, weil die mit dem Abladen beschäftigten Arbeiter die Kettchen zerrissen, sobald die geringste Schwierigkeit eintrat, die Vorsteckнägel herauszunehmen. Man hat deshalb diesem Kettchen eine Art langen Hakens substituirt, welcher

sich von der Seite in die Haken legt und sich mit seinem krummen Theile in eine Ringschraube setzt, die am Rahmenholze befestigt ist (siehe Fig. 22).

Das Gestell dieser Wägen besteht aus Stücken Eichenholz, welche mit Bretern aus Pappelholz oder Tannenholz überkleidet werden. In England hat man auch Wagenkästen aus Eisenblech verfertigt, deren Tafeln auf ähnliche Weise, wie bei den Dampfkesseln, zusammengenietet waren; man hat sie indeß fast gänzlich wieder aufgegeben und zwar aus dem Grunde, weil, wenn das Blech abgenutzt ist und Löcher bekommt, die Reparaturen sehr kostspielig werden. Dergleichen Wägen mit blechernen Kästen sind indessen von Nutzen, wenn der Inhalt derselben leicht feuerfangend ist, oder ins Brennen geräth. Man benutzt sie deshalb mit Erfolg zum Transport der Schmiedeschlacken und des ungelöschten Kalkes.

Ein Wagen von der gewöhnlichen Größe (siehe Fig. 20) kann 3000 Kilogramm Steinkohlen fassen, wobei er jedoch gehäuft werden muß.

Die Punkte, wo abgeladen werden soll, sind auf ziemlich hohen hölzernen Gerüsten angebracht, die man wohl eine Verpfählung zu nennen pflegt (estacade), weil sie mit dergleichen Constructionen, (dem sogenannten Schlängels) die man in Seehäfen sieht, Aehnlichkeit haben. Zwischen zwei auf einander folgenden Balken bringt man bewegliche Fallthüren an, welche man öffnet, wenn ein Wagen hier abgeladen werden soll; alsdann bringt man den Wagen herbei, öffnet die Klappe, welche den Wagenkasten verschließt, und die Steinkohlen rollen heraus, um entweder an der Stelle für den Verkauf aufgespeichert, oder auf Karren verladen zu werden, auf denen sie dann weiter transportirt werden.

Diese Art des Abladens ist einfach, nicht kostspielig und läßt sich recht gut anwenden, wenn die

Digitized by Google

Steinkohlen trocken sind. Sind sie aber feucht, so bilden sie eine compacte Masse in Folge des Uebereinanderlagerns während des Transportes, haften an den Bretern des Wagens an und gleiten nicht gut vom Wagen herab. Alsdann ist man nur im Stande, mittelst starker Hammerschläge an die Seiten des Wagens den Wagenkasten zu leeren, aber diese Hammerschläge wirken darauf hin, die ganze Verbindung des Wagengestelles zu zerstören. Man hat auch versucht, den Seiten des Wagenkastens eine stärkere Neigung zu geben, um das Gleiten zu erleichtern; aber alsdann wird der Wagenkasten zu enge und kann nicht mehr dieselbe Quantität fassen, ohne daß seine Seitenwände erhöhet werden, wodurch auch die Last desselben vermehrt wird.

Man hat auch versucht, die Form dieser Kästen, so wie überhaupt diese Art des Abladens zu verändern. Auf der Eisenbahn zwischen Manchester und Liverpool hat man sich eine Zeit lang beweglicher Wagenkästen bedient, die auf einem festen, von den Rädern getragenen Rahmen standen (siehe Fig. 24). Am Abladungsorte ließ man diese Kästen mittelst Rollen vom Rahmen auf den Karren gleiten, welcher die Steinkohlen weiter transportirte. Aber dieses Verfahren war langsam und nahm viele Arme in Anspruch, so daß die Eisenbahngesellschaft für die Kohlen, welche sie transportirt, wiederum die gewöhnlichen Wägen mit beweglichen Boden angenommen hat. Ein anderes Mittel würde darin bestehen, für den Transport der Steinkohlen die Wägen anzuwenden, welche zum Transport des Schuttes bei der Anlegung von Eisenbahnen benutzt werden. Diese Wägen bestehen aus einem ziemlich engen Rahmen auf vier Rädern und einem langen Kasten, welcher an dem einen Ende geöffnet wird und sich um eine auf dem Rahmen liegende schmiedeeiserne Axe drehen

Digitized by Google

kann (siehe Fig. 25). Die gleichförmige Gestalt der Wände dieses Kastens gestattet es, denselben leicht abzuladen, und auf diese Weise vermeidet man jede Beschädigung des Materiales, welche von den Schlägen an die Seiten des Wagens entstehen könnte. Aber wenn man mehrere dieser Wagen mit einer Axe, um welche sie sich drehen können, mit einander verbindet und mit der gewöhnlichen Geschwindigkeit auf den Eisenbahnen fortbewegt, so müssen daraus Stöße gegen das Ende der Kästen entstehen, wodurch letztere um so eher zerbrechen müssen, als sie ziemlich leicht gebaut sind, damit nicht der überspringende Theil derselben auch den übrigen Wagen nach sich zieht. Wollte man die Enden der Kästen verwahren, um sie gegen Stöße sicher zu stellen, so müßte man allen Theilen dieser Wägen eine solche Stärke geben, daß der ganze Wagen zu schwer werden würde.

Die allgemein gebräuchliche Form für die Kohlenwägen ist mit einem Wort bis jetzt die zweckmäßigste für den Transport aller Gegenstände, die in Masse abgeladen werden und ohne Nachtheil durch den Boden des Kastens ausgeschüttet werden können. Für andere Waaren, z. B. für Eisen, für Holz, für Baumwollenballen, für Quadersteine wendet man mehr ein solches Wagengestell an, wie Fig. 24 dargestellt ist, dessen Rahmhölzer kaum länger, als diejenigen der gewöhnlichen Wägen sind. Der Raum zwischen den beiden Rahmhölzern enthält mehrere Querhölzer und ist mit Bretterwerk bedeckt. Wenn die zu transportirenden Stücke sehr lang sind, wie es häufig beim Eisen und hauptsächlich beim unbehauenen Langholze der Fall ist, so müssen diese Gestelle beträchtlich verlängert werden. Wollte man zwei Wagengestelle von der gewöhnlichen Dimension der Wägen mit einander verbinden, so würde die Last sich auf beide gleich vertheilen, und wenn in

Digitized by Google

den Krümmungen, wo jeder Wagen sich unabhängig bewegen muß, die beiden Wagengestelle mit einander verbunden sind und eine starre gerade Linie bilden, so würden sie der Zugkraft große Schwierigkeiten zu überwinden bieten. Man kann auch die Last auf zwei kleine Gestelle vertheilen, die mit einer gabelförmigen, an einem senkrechten Bolzen beweglichen Auflage versehen sind, auf welche die vorderen und die hinteren Enden dieser langen Stücke gelegt werden. Da diese Gestelle durch lange Ketten mit einander verbunden sind, so können sie sich in den Krümmungen der Bahn ziemlich eben so leicht, als die gewöhnlichen Wägen bewegen. Diese Art des Wagens ist auf der Eisenbahn von St. Etienne an der Loire gebräuchlich, gewährt aber die Unannehmlichkeit, daß man nur zwei und zwei solcher Wägen, nicht aber einen ganzen Wagenzug mit einander in Verbindung setzen kann, so daß also jedes Paar eine besondere bewegende Kraft in Anspruch nimmt.

In der Regel ist es sehr vortheilhaft, nur einerlei Form von Wägen zu haben, und man muß dahin streben, wenigstens nicht eine zu große Mannigfaltigkeit von Wägen zu besitzen; denn man kann kaum glauben, welche Störung es auf den Ladeplätzen verursacht, wenn man für eine besondere Art von Waaren einen besondern Wagen nehmen muß, der nun zu andern Wägen von einer andern Form kommt. Dieselbe Bemerkung in Bezug auf die nothwendige Gleichförmigkeit des Materiales gilt auch für die Verfertigung der Axenlager, der Räder, der Axen und der Verbindungsstücke u. s. w. Sobald ein Stück zerbricht, muß es aus dem Magazine durch ein anderes ersetzt werden, und man kann die mit den Reparaturen verbundenen Schwierigkeiten ermessen, sobald Stücke derselben Art nicht dasselbe Kaliber haben.

Digitized by Google

Die auf den Eisenbahnen der Umgegend von Newcastle gebräuchlichen Wägen wiegen jeder 1100, ja sogar 1200 Kilogramm. Sie haben einen Kasten von solcher Höhe, daß er ein englisches Chaldron faßt, was 38 Hektoliter gestrichen sind, so daß der hohle Raum des Kastens eine genaue Verification der transportirten Quantität gestattet, indem die Steinkohlen nach dem Maaße verkauft werden. In Frankreich und auf einigen englischen Eisenbahnen ist der Kasten des Wagens viel niedriger, so daß die Ladung immer gehäuft sein muß, um 3000 Kilogramm zu fassen, welche jeder Wagen transportiren kann. Das Gewicht dieser letztern Wägen beträgt, mit Einschluß des Kastens, der Axe und der Räder, etwa 1000 Kilogramm. Diejenigen der Eisenbahnen von Liverpool wiegen wegen der Schwere ihrer Federn, wohl 1500 Kilogramm. Auf der Brunton- und Schield's Eisenbahn bei Newcastle will Hr. Thompson eine große Ersparniß durch die Einführung von halb so schweren und halb so großen Rädern gemacht haben; aber bei einem lebhaften Verkehr ist die Vervielfältigung der Zahl der Wägen wegen der Versperrung des Raumes an den Ladeplätzen eine große Unbequemlichkeit, weshalb auch dieser Versuch nur auf einer Straße von geringerm Verkehr, zu denen die eben gedachte gehört, hat gemacht werden können.

Wägen zum Transporte der Passagiere. — Die zum Transporte der Reisenden bestimmten Wägen bestehen aus einem Kasten mit Abtheilungen, auf einem ähnlichen Wagengestelle, wie wir eben beschrieben haben. Wenn man diese Wägen sehr bequem machen will, so hängt man sie auf Längenfedern, welche entweder wie auf der Eisenbahn von Manchester auf den Axenlagern, oder wie auf der Eisenbahn von St. Etienne und Lyon auf den

Digitized by Google

Stücken befestigt sind, welche diese Axenlager an ihrer Stelle erhalten. Der Kasten kann drei Abtheilungen haben, von denen jede 6 bis 8 Sitze enthält. Man kann auch dem Kasten die Gestalt eines Omnibus geben, aber diese ist für die Vertheilung der Plätze nicht eben die beste, sobald man sich nicht gut nach den Seiten ausbreiten und 3 oder 4 parallele Reihen anbringen kann. Man kann auch und zwar mit größerer Leichtigkeit auf den Himmel der gewöhnlichen Kästen Sitze für Passagiere anbringen. Da die auf den Eisenbahnen gebräuchlichen Axen und Räder ein Gewicht von 3000 Kilogramm, außer dem Wagenkasten, tragen sollen, und da man im Durchschnitt annimmt, daß 15 Personen etwa 1000 Kilogramm wiegen, so ergibt sich, daß die Zahl der Passagiere im Wagen einer Eisenbahn ohne Schwierigkeit bis an 45 betragen könne, wenn man das Gewicht des Kutschkastens demjenigen eines gewöhnlichen Wagenkastens gleichsetzt, was ganz genau zutrifft.

Die Bremsen. — Wenn man einen oder mehrere in Bewegung befindliche Wägen aufhalten will, so bedient man sich einer Bremse, welche durch Reibung an den Rädern wirkt und ihre Geschwindigkeit, je nach der angewendeten Druckkraft, mehr oder weniger herabstimmt. In England ist in der Regel jeder Wagen mit einer Bremse versehen, welche, wie aus Fig. 20 zu ersehen ist, aus einer krummen eisernen Stange besteht, die mit zwei hölzernen Vorragungen versehen ist und sich bis ans Ende des Wagens verlängert. Wenn der Wagenführer die Bewegung hemmen, oder verzögern will, so drückt er auf diesen Hebel und drückt dadurch die beiden hölzernen Vorragungen mehr oder weniger an die Felgen der beiden Räder, nämlich des vordern und des hintern Rades. Er erzeugt dadurch eine starke

Digitized by Google

Reibung, wodurch die Bewegung langsamer wird. Während der Wagen im Gang ist, wird der Bremshebel von einem kleinen, am Wagen befestigten Haken getragen, so daß sich die beiden Räder ganz frei umdrehen.

Die Wagen werden gewöhnlich in Zügen von wenigstens 10 oder 12 mit einander verbunden, und es ist ausreichend, die Bremse stark auf die Räder eines einzigen Wagens zu drücken, um die andern anzuhalten. Nach diesem practischen Resultate hat man in Frankreich die überflüssige Ausgabe für Bremsen an jedem Wagen erspart und sich damit begnügt, an jedem Wagen die kleine Axe anzubringen, um welche sich der Bremshebel dreht. Jeder Wagenführer hat seine eigne Bremse und befestigt sie vor dem Abgange des Wagenzuges an der Axe desjenigen Wagens, auf welchem er sitzen soll.

Auf den bis jetzt in Frankreich ausgeführten Eisenbahnen und besonders auf derjenigen von St. Etienne nach Lyon gibt es beträchtlich lange Strekken von so merklichem Gefäll, daß sich auf denselben die Wägen schon durch ihre eigne Last bewegen können. Alsdann bedarf es blos eines Wagenführers, um bei zu großer Beschleunigung der Bewegung dieselbe herabzustimmen, oder die in Bewegung befindlichen Wägen auf der Station anzuhalten. Auf solchen geneigten Ebenen ist ein Wagenführer mit einer Bremse, wie wir sie beschrieben haben, nur im Stande, 4 oder 5 beladene Wägen anzuhalten, aber mit noch mächtigern Bremsen und mit Seilen von einer solchen Anordnung, wie in den gewöhnlichen Flaschenzügen, kann derselbe Mann 20 bis 25 beladene Wägen führen und anhalten. Für diesen Zweck befestigt man an den Axen zweier auf einander folgender Wägen zwei Bremsen mit hohem Hebelarm, die eine in entgegengesetzter Richtung zur andern,

Digitized by Google

so daß die beiden Krümmungen der Hebelarme einander gegenüber liegen und durch ein Seil mit einander verbunden sind, welches in einem kleinen kupfernen Flaschenzuge über mehrere Rollen läuft. Indem der Wagenführer das Seil, welches er in seiner Hand hat, anzieht oder losläßt, macht er die Bewegung des Wagenzuges langsamer, oder gibt ihr volle Freiheit. Diese beiden Wägen müssen nothwendig die erstern des Zuges sein, damit der Wagenführer die Hindernisse entdecken könne, welche den Gang seiner Wägen hemmen.

Eine andere Art sehr sinnreicher Bremsen ist auf einem Theile derselben Eisenbahn angewendet, wo das Gefäll weit stärker ist und ein Mann, selbst mit der vorigen Bremseinrichtung, nur 8 Wägen fahren kann. Bei dieser neuen Verbindung der Bremsen bringt man am vordersten Wagen eine ähnliche englische Bremse an, wie Fig. 20 abgebildet ist, und wie sie von einem einzigen Manne in Thätigkeit gesetzt wird, hierauf werden an den beiden nächsten Wägen zwei kleine Bremsen mit geradem Hebelarm und in entgegengesetzten Krümmungen angebracht und durch eine feste hölzerne Stange mit einander verbunden, die eine solche Länge hat, daß, wenn die Kette, die beide Wägen verbindet, gespannt ist, die beiden kleinen Bremsen gerade stehen und an den Rädern keine Reibung erzeugen. Hierauf läßt man einige Wägen ohne Bremsen und bringt endlich am zwölften und dreizehnten ähnliche kleine Bremsen mit einer Verbindungsstange an; die letztern Wägen läßt man frei. Auf diese Weise kann ein ganzer Wagenzug gegen 20 Wagen enthalten. Ist dieses Alles geschehen, so begibt sich der Wagenführer auf den ersten Wagen, und sobald er seine Bremse hebt, beginnen alle Räder wegen des Gefälles der Bahn sich zu drehen, die Ketten der Wägen spannen sich

Digitized by Google

nach und nach, und der Wagenzug tritt in Bewegung. Will der Wagenführer die Geschwindigkeit der Bewegung vermindern, so drückt er seine Bremse an, worauf der erste Wagen langsamer sich fortbewegt; und da die hinteren Wägen noch ihre vorhergehende Geschwindigkeit haben, so rücken sie alle an einander, so daß die Ketten, statt gespannt zu sein, herabhängen. Sobald aber die Ketten nicht mehr gespannt sind, so bewegt die hölzerne Stange, welche jedes Paar kleiner Bremsen verbindet, letztere hinterwärts und drückt ihre Vorragungen gegen die Räder, wodurch die Bewegung der Wägen mit den kleinen Bremsen, so wie auch der nachfolgenden langsamer wird. Wenn alsdann der Wagenführer die Bremse hebt, so beginnt der erste Wagen nach und nach eine geschwindere Bewegung anzunehmen, die Ketten werden wieder gespannt, und es beschleunigt sich die Bewegung des ganzen Wagenzuges von Neuem.

Dieses sinnreiche Mittel, die erlangte Geschwindigkeit des Wagenzuges zu benutzen, um die Bewegung desselben langsamer zu machen, verdanken wir einem Mechanikus zu Rive —de— Gier. Es hat nur einen Nachtheil, nämlich denjenigen, zu stark zu hemmen und die Felge der Räder durch die heftige Reibung, die sie auf den Bahnschienen ausüben, zu geschwind abzunutzen. Die Einrichtung, doppelte Bremsen von einem einzigen Wagenführer in Thätigkeit setzen zu lassen, bietet nchit diesen Nachtheil dar und ist von weit sicherer Anwendung in der Praxis; auch hat man zu derselben selbst auf sehr langen Bahnstrecken mit Gefäll wegen der geschwinden Abnutzung der Räder wieder zurückkehren müssen.

Digitized by Google

Drittes Kapitel.

Durchkreuzungen und Ausweichungen aus der Bahn.

Um aus dem Geleise einer Eisenbahn in ein anderes Geleise zu gelangen, welches eine verschiedene Richtung hat, legt man an der Ausweichungsstelle zwei Stücken Eisen, gut unterstützt auf lange Steine; das eine Stück heißt die Zunge und das andere die Gegenzunge, und jede von ihnen liegt auf einem der beiden Geleise, welche die Hauptbahn bilden (Fig. 12). Die Zunge besteht aus einem langen Stück Eisen, welches sich um einen schmiedeeieisernen Zapfen bewegt. Diese Zunge legt sich an die Schiene der Hauptbahn, wenn ein Wagenzug in die Ausweichungsbahn gelenkt werden soll, oder bleibt seitwärts von dieser Schiene entfernt, wenn die Hauptbahn offen bleiben soll (Fig. 13). Die Gegenzunge ist eine gußeiserne Platte mit zwei vorstehenden Schienen, von denen die eine die Richtung der Ausweichungsbahn, die andere die Richtung der Haupthahn hat (Fig. 14); aber die erstere Kantenschiene läuft nicht ununterbrochen fort, sondern läßt einen gewissen Zwischenraum bis zum Anfang der nächsten Schiene. Dieser Zwischenraum ist nothwendig für den Uebergang des Spurkranzes der Wagenräder, sobald der Wagen aus der Hauptbahn in die Ausweichungsbahn übergehen soll. Wenn die Zunge an die Schiene der Hauptbahn angelegt wird, so trifft der Spurkranz des auf dieser Seite befindlichen Rades das Ende der Zunge und verläßt die erstere Richtung. Da auf der andern Seite für diese Abweichung kein Hinderniß vorhanden ist, wegen des Zwischenraumes für den Uebergang des Spurkranzes

Digitized by Google

des andern Rades, so weicht die erstere Axe aus der Hauptbahn ab, der übrige Theil des Wagens folgt und läuft auf der Verlängerung dieser beiden Ausweichungs-Stücke fort.

Eine Linie dieser Ausweichungsbahn durchschneidet noch, wie aus Fig. 12 ersichtlich ist, die Hauptbahn. Dieses Durchschneiden muß mittelst eines solchen Stückes bewirkt werden, daß es die Wägen, welche die Hauptbahn verfolgen, nicht im Geringsten behindert. Dieses Stück heißt nach der Kunstsprache ein Herz (coeur) und ist Fig. 15 besonders dargestellt. Da die vorstehenden Theile, welche das Rad leiten, auf dem Herzen, wegen der Kreuzung der Bahnschienen, unterbrochen sein müssen, so wird an dieser Kreuzungsstelle der Spurkranz des Rades nicht seitlich zurückgehalten, und der Wagen findet kein Hinderniß, die Bahn zu verlassen. Eine sehr einfache Erfindung verhindert jedoch dieses Ausweichen aus der Bahn. Etwa 3 Centimeter von der dem Herzen im zweiten Geleise gegenüberliegenden Schiene legt man eine schmiedeeiserne Schiene von anderthalb Meter Länge und verbindet sie sehr fest mit der Bahnschiene (Fig. 12) mit Hülfe von zwei doppelten Trägern, welche die eine und die andere Schiene umschließen. Diese sogenannte Leitschiene (von den Engländern check-rail genannt) ist an beiden Enden gekrümmt, um den Spurkranz des Rades auf dieser Seite sicher zu leiten und ihn an der Bahnschiene zu erhalten. So geleitet von der Bahnschiene und von der Leitschiene zu gleicher Zeit, kann das Rad die beabsichtigte Richtung nicht verlassen, und der Gang des Wagens ist gesichert, ohne daß das andere Rad die geringste Leitung bedarf. Sonst glaubte man diese Leitschienen entbehren zu können, indem man die Herzen mit Seitenrändern von solcher Einrichtung versah, daß die Räder in

Digitized by Google

der Richtung erhalten wurden, welche sie nehmen sollten. Aber diese Ränder wirkten nur stoßweise, nutzten sich geschwind ab und verhinderten alsdann nicht die mit dem Abweichen aus der Bahn verbundenen Unglücksfälle.

Wenn die Zunge offen ist, bleiben die Wägen in der Hauptbahn, werden aber nicht in ihrem Laufe von der Gegenzunge geleitet (siehe Fig. 12); und sie könnten wegen des auf der Platte der Gegenzunge gelassenen leeren Raumes von der Bahn abweichen, wenn ihr anderes Rad nicht von der innern Seite der Zunge geleitet würde, die so geschmiedet ist, daß sie eine schräge Zuschärfung besitzt und sich, wenn sie offen ist, an einen festen Unterstützungspunkt anlegt (Fig. 13). Diese innere Seite der Zunge nimmt den Spurkranz des Rades bei seinem Eintritt in die Kreuzung auf und leitet ihn, während sie ihn nach auswärts drängt, bis zur engsten Stelle, die gewöhnlich 3 Centimeter Spielraum hat. Die Fortbewegung des Wagens auf dem Herzen ist für die Hauptbahn eben so gut gesichert, als für die Nebenbahn mittelst einer Hülfsschiene oder Leitschiene, welche, wie schon erklärt worden ist, dem Herzen gegenüber liegt.

Wenn der Curs der Wägen hinwärts oder herwärts immer dieselbe Richtung verfolgen soll, so versieht man die Zunge mit einer Feder, von welcher sie entweder geschlossen oder geöffnet gehalten wird. Die Kraft dieser Feder ist so berechnet, daß sie dem Druck des Spurkranzes der Wägen, welcher die Zunge schließt, weichen kann.

Um in die Hauptbahn zurückzukehren, bedient man sich derselben Vorrichtungen, wie früher, um dieselbe zu verlassen. Diese Ausweichungen der Bahn sind auf einfachen Eisenbahnen sehr häufig. Auf der Bahn von Darlington nach Stockton, die

Digitized by Google

nur einfach ist, bestehen ähnliche Ausweichungsplätze immer in Abständen von 800 Metern, damit die Wagenzüge, die eine entgegengesetzte Richtung verfolgen, an einander vorüber können.

Häufig laufen zwei Bahnen in eine einzige aus, z. B. um die Durchschnitte zu passiren, welche der Ersparniß halber für die eine Bahn angebracht sind. Wenn an einer solchen Stelle der Fall so stark sein sollte, daß die Bewegung der Wagen in der einen Richtung geschwinder ist, als in der andern, so ist es von Nutzen, Ausweichungsbahnen so anzubringen, daß der hinabfahrende Wagenzug die Hauptbahn verfolgt und die Zunge mittelst einer Feder geöffnet findet; denn wenn dieser Wagenzug in die Ausweichungsbahn einlenken sollte, so würde diese Veränderung des Weges nicht ohne eine Reihenfolge kleiner Stöße erfolgen, wodurch die Zunge schnell unbrauchbar wird, selbst wenn sie von einer Feder unterstützt ist; oder diese Erschütterungen würden wenigstens bewirken, daß sich der Stein senkt, welcher diese Zunge trägt, und würden sie verhindern, die Ausweichung der Wagen zu bewirken. Indem man auf diese Weise die Zungen mittelst einer Feder entweder offen, oder verschlossen hält, je nachdem es die Richtung der Bewegung erfordert, vermeidet man viele Unglücksfälle.

Wir müssen ganz besonders darauf aufmerksam machen, daß die Veränderungen des Weges in einem sehr offenen Winkel angelegt werden müssen, um die Räder und die Axenlager der Wägen, wie auch die Kreutzungsstücke zu schonen. Man wird die Wichtigkeit dieses Rathes leicht begreifen, sobald man die symmetrische Form der auf den Eisenbahnen angewendeten Wägen in Erwägung zieht. Die Länge der Kreuzungen muß wenigsten 10 Meter von der Zunge bis zum Herzen betragen. Die Entfernung dieser

Digitized by Google

beiden Stücke beträgt sogar 20 Meter bei den gewöhnlichen Ausweichestellen auf der Eisenbahn von Manchester und auf derjenigen von Lyon. Es liegt auf der Hand, daß für eine und dieselbe Eisenbahn diese Länge ziemlich constant sein müsse, denn nach ihr richtet sich der Kreuzungswinkel der beiden Bahnen, wie auch der Flächenraum, welchen die Kreuzungsstücke erhalten müssen; und der Ersparniß halber ist es von Wichtigkeit, daß sich diese Stücke ziemlich alle gleich sind, damit eins das andere ersetzen könne; aber häufig nöthigen auch örtliche Umstände, die Extension der Kreuzung zu vermindern.

In der Gegend von Sunderland bieten viele kleine Eisenbahnen, für den Dienst der verschiedenen Steinkohlengruben bestimmt, ziemlich schroffe Bahnveränderungen dar. Man hat diesem Uebelstande, wodurch den Zungen Gewalt angethan, und die Bewegung gehindert wird, auf die Weise abgeholfen, daß man die gewöhnlichen schmiedeeisernen Zungen durch eine ganz eigenthümliche Erfindung ersetzte. An der Ausweichungsstelle sind einander gegenüberliegend zwei gußeiserne Stücke angebracht, und zwar von derselben Gestalt, wie diejenigen, welche wir Gegenzungen genannt haben, und auf einem derselben bewegt sich ein Stück Holz von 1½ Meter Länge und 1 Decimeter Höhe, welches das Rad an der innern Seite angreift und in die zweite Bahn leitet, an einem Zapfen (siehe Fig. 17). Diese hölzerne Zunge hat ihren Unterstützungspunkt in i und wird durch ein Gegengewicht p an ihrer Stelle erhalten. Fig. 17 läßt hinlänglich die Einrichtung und den Mechanismus dieses Stückes erkennen. Wenn die Wägen auf der Bahn die Richtung von A nach B verfolgen, also von der Kohlengrube nach der Einschiffungsstelle hin sich bewegen, so drückt das Rad, welches auf der Schiene bleibt, gegen diese Zunge

Digitized by Google

und passirt ohne Schwierigkeit, indem dieselbe nachgibt. Bei der Rückkehr der Wägen ergreift das Holz die innere Seite des ersten Rades; der übrige Wagen folgt und schlägt die neue Bahn ein. Diese Art der Einlenkung in die Bahn ist außerordentlich sicher, aber die Dicke der hölzernen Zunge muß sich zwischen die beiden Bahnen legen können, und wenn sie die gehörige Stärke haben soll, wenigstens 3 Zoll dick sein. Bei dieser Einrichtung leidet indessen die Dauer der Wägen.

Construction der Zungen, Gegenzungen, Herzen u. s. w. — Da die Veränderungen der Bahn immer mehr oder weniger merkbare Stöße verursachen, so ist es sehr wichtig, daß die Stücke, welche für diesen Zweck dienen sollen, sehr fest gearbeitet und auf eine unverrückbare Weise mit den betreffenden Schienen verbunden werden. Um dieses auf dem Steine selbst zu erlangen, welcher jedes Kreuzungsstück trägt, setzt man doppelte gußeiserne Lager, in welche die Enden dieser Schienen zu liegen kommen, welche man hier, wie gewöhnlich, mit einem Keil von Eichenholz befestigt. Es erheischt besondere Sorgfalt, daß die obere Oeffnung dieser doppelten Träger der Richtung der Schiene vollkommen entspreche, welche in derselben ihre Unterstützung finden soll, und ein Fehler in dieser Hinsicht kann sehr schlimme Unglücksfälle verursachen.

Die Zunge wird in ihrer Bewegung durch zwei oder drei kleine gußeiserne Unterlagen unterstützt, welche zu den Trägern gehören, auf denen die Schiene ruht, gegen welche die Zunge sich zu legen pflegt (Fig. 13).

In Gegenden, wo die Quadersteine selten sind, legt man die Kreuzungs- oder Ausweichungsstücke auf hölzerne Blöcke, was indessen fehlerhaft ist, weil das Holz, wenn es nicht gut mit Erde bedeckt ist, sehr

Digitized by Google

schnell fault. Auf der Eisenbahn von Andrézieux und Roanne, wo man sich in einer ähnlichen Lage befand, hat man es für vortheilhaft gehalten, alle gußeiserne Stücke an den Kreuzungsstellen abzuschaffen und sie durch Schienenstücke zu ersetzen, welche, wie gewöhnlich, auf Steinblöcken aufruhen.

Die gußeisernen Lager, in welchen die Schiene der Hauptbahn liegt, und welche zu gleicher Zeit den Gelenkbolzen und die Zunge tragen, sind also blos auf Steinblöcken befestigt, statt auf einem langen Steine aufzuruhen. Die Gegenzunge ist durch eine Zunge ersetzt, die, ihrer Form und ihrem Dienste nach, das Entgegengesetzte der eigentlichen Zunge ist; denn sie ergreift das Rad inwendig, die andere Zunge dagegen auswendig. Auch sie ist auf Steinblöcken befestigt und mit der erstern durch eine eiserne Querschließe verbunden, so daß, wenn die eine aus ihrer Lage verschoben wird, man zugleich auch die andere verschoben findet. Diese Art von Gegenzungen ist in England auf mehreren Eisenbahnen in Anwendung; aber die beiden Zungen sind dort gewöhnlich getrennt, was einen Zeitverlust verursacht. Wenn die beiden Zungen auf die beschriebene Weise mit einander verbunden sind, so hält ihre Verschiebung auf der andern Seite schwer, sobald sie sich auf dem Boden reiben.

Das Herz endlich, welches unter den Kreuzungsstücken das schwerste ist, wird durch zwei zu einer Spitze zusammengelöthete und mit Steinblöcken unterstützte Schienenstücke ersetzt. Die Steinblöcke tragen doppelte gußeiserne Lager, welche die beiden Schienenstücke zugleich aufnehmen.

Diese Einrichtung gewährt einige Ersparniß bei der ersten Anlage, scheint aber weniger dauerhaft zu seyn, als die andere, nach welcher gußeiserne Platten auf langen Steinen liegen; die Unterhaltungskosten

können auch sehr beträchtlich seyn. Die Berechnung der Kosten einer vollständigen Bahnkreuzung, nach der gewöhnlichen Art eingerichtet, findet man zu Ende dieses Werkes im Nachtrage C.

In Liverpool, am Ladungsplatze der Eisenbahn, findet man eine andere erwähnenswerthe Einrichtung, um die Wägen aus einer Bahn in die andere gelangen zu lassen, ohne alle diejenigen Stücke, die wir so eben beschrieben haben. Diese Stücke sind nämlich durch bewegliche Schienen ersetzt, welche durch eiserne, unter der Erde liegende Stangen mit einer excentrischen Scheibe an der einen Seite des Weges in Verbindung stehen, und man braucht nur diese excentrische Scheibe nach der einen, oder nach der andern Richtung zu bewegen, um diese beweglichen Schienen in die Hauptbahn, oder in die Seitenbahn eingreifen zu lassen. Diese Erfindung, welche auf den ersten Blick einfach erscheint, erfordert bei ihrer Anwendung mehr Zeit, als bei der gewöhnlichen Einrichtung die Verschiebung einer Zunge. Auch ist sie nur an den Ladeplätzen anwendbar, wo das Zusammentreffen einer großen Zahl von Bahnen die Zahl der Kreuzungsstücke zu sehr vervielfältigen würde; an Punkten, wo ein großer Verkehr herrscht, sind indessen immer Personen angestellt, welche die Aufsicht über den Dienst der Bahn führen, und diese Aufseher können zugleich benutzt werden, um die bei dieser Art der Krenzung nöthige Hilfe zu gewähren.

Drehscheiben. — Alle Veränderungen der Bahn und alle Nebenbahnen, welche in die Hauptbahn laufen innerhalb desjenigen Theiles derselben, wo eine lebhafte Circulation der Wagen besteht, müssen nothwendiger Weise in ziemlich offenen Winkeln angelegt seyn, um allen Aufenthalt in der Geschwindigkeit des Hauptdienstes zu vermeiden. Aber an den Enden der Bahn, wo die Frachtgüter aufgeladen oder

Digitized by Google

abgeladen werden müssen, hat man eine große Menge von Bahnen nöthig, auf welchen sich die Wagenzüge nach den verschiedenen Punkten begeben, wo diese Operationen vorgenommen werden sollen. Alsdann fehlt häufig der Raum, um diesen Vereinigungspunkten der Bahnen einen nicht zu schroffen Winkel zu geben. Häufig sogar müssen die Wägen eine Seitenbahn einschlagen, welche senkrecht auf der Hauptbahn steht. Dieses geschieht nun mittelst der sogenannten Drehscheiben Fig. 19. Diese Drehscheiben haben in der Mitte eine Axe, welche in einer in die Erde versenkten Pfanne läuft, und ruhen auf vier gußeisernen Rädern, welche auf einer kreisförmigen schmiedeeisernen Schiene laufen. Die Drehscheiben liegen in der Mitte der Bahn und sind mit Schienenstücken versehen, welche auf die gewöhnlichen Schienen überleiten. Wenn ein Wagen auf diese Schienenstücke gebracht worden ist, so drehen zwei, oder drei Männer die Scheibe entweder mittelst Stangen, welche durch einen auf der Drehscheibe selbst befestigten Ring gesteckt sind, oder indem sie den Wagen, wenn er beladen ist, nach der Seite drücken und inne halten, sobald die Schienenenden der Drehscheibe mit den Schienen der neuen Bahn zusammentreffen, in welche der Wagen übergehen soll. Die Schienenenden der Scheibe müssen mit den Schienen der Bahn ganz genau zusammentreffen, damit nicht der Wagen, indem er von der Scheibe auf die Bahn übergeht, und umgekehrt, die Schiene verfehlt; und diese Genauigkeit hängt von dem mittlern Stande der Drehscheibenaxe ab. Dieses Centriren wird gewöhnlich mittelst Druckschrauben bewerkstelligt, welche an dem Rahmen befestigt sind, der die Axe und die Schiene der Rädchen trägt. Manchmal macht man auch die Axe sehr stark und weit länger; alsdann bringt man Rahmstücke an der Scheibe an, wenn sie aus Gußeisen ist, und

Digitized by Google

indem man die Axe in ihrer Pfanne befestigt und durch Druckschrauben regulirt, kann man die Rädchen entbehren. Diese letztere Art von Drehscheiben sind weit dauerhafter und haben keine seitliche Schwankung, kommen aber viel theurer zu stehen, als die erstern.

Rollende Plattformen. — An den Ausladepunkten mangelt es häufig an Raum, um aus der einen Bahn in eine andere parallel liegende überzugehen, denn da die Entfernung der Zunge vom Herzen wenigstens 10 Meter für eine gewöhnliche Kreuzung beträgt, so sind 20 Meter für die totale Extension der Kreuzung erforderlich, und diese 20 Meter müssen immer frei gelassen werden, was oft an einem mit Wagen versperrten Ladeplatze unmöglich ist. Die Erfindung der rollenden Plattformen hilft diesem Uebelstande ab. So nennt man rechtwinklige Plattformen (Fig. 18.), welche auf ihrer Oberfläche mit Schienen in der Richtung der beiden Bahnen versehen sind und sich von einer Bahn in die andere senkrecht zur Richtung derselben auf Rädern bewegen lassen. Da die Schienen der Plattform in gleicher Höhe mit den Schienen der beiden parallelen Bahnen liegen, so schiebt man den Wagen, wenn er aus einer Bahn in die andere übergehen soll, auf die Plattform und zieht hierauf dieselbe an einem Seile fort, bis ihre Schienen mit den Schienen der zweiten Bahn zusammentreffen. Alsdann schiebt man den Wagen auf diese zweite Bahn und die Plattform wieder zurück an ihre vorige Stelle. Wenn der Wagen leer ist, bedarf es nur eines Mannes, um diese Bewegung auszuführen.

Durchkreuzt die Eisenbahn die Ebene einer gewöhnlichen Straße, so werden die Schienen, wie auf der übrigen Bahn, auf Steinblöcken, die in der Straße versenkt sind, in den Lagern im Niveau der Straße

Digitized by Google

befestigt; nur wird längs der inneren Seite der Schiene ein Falz oder eine Oeffnung von 2 Zoll Tiefe und 1½ Zoll Breite für die Spurkränze der Räder gelassen, indem parallel mit der Schiene und in jener Entfernung von 1½ Zoll eine zweite Schiene eingelegt wird. Die auf diese Art gebildete Oeffnung oder Rinne wird von Zeit zu Zeit von dem Straßenkothe gereinigt; sonst kann auch, um diese öftere Reinigung zu ersparen, unter der offenen Rinne und der Bahnschiene (wie auf der Bahn von Manchester und Liverpool) ein gewölbter, von Stelle zu Stelle offener Canal geführt werden, in welchem sich der Unrath ansammelt, um in längeren Zwischenräumen weggeschaft zu werden.

Viertes Kapitel.

Ueber die Mittel des Aufladens und Abladens.

Da die Zahl der Wägen einer Eisenbahn immer beschränkt ist und eine richtige Vertheilung der Wagenzüge an den Auflade- und Abladestellen immer ihre Schwierigkeiten hat, so ist es von außerordentlichem Belang, daß die Waaren sehr rasch sowohl auf- als abgeladen werden können, damit die Wägen so wenig wie möglich an denjenigen Punkten stille stehen, wo sie keine Leistung gewähren. Um dieses Resultat zu erlangen, müssen die Waaren

1) so leicht wie möglich auf- und abzuladen seyn;

2) ferner müssen sie in großen Quantitäten expedirt werden, um nicht verschiedene Arten von Wägen, wie sie sich für jede besondere Art der Waaren eignen, herbeischaffen zu müssen;

3) und endlich müssen die Auflade- und Abla-

Digitized by Google

bestellen mit zweckdienlichen Maschinen versehen seyn, um diese beiden Operationen zu erleichtern.

Die verschiedenen Gattungen des Transportes, welche zur Anlegung einer Eisenbahn Veranlassung geben können, lassen sich auf folgende Weise classificiren, je nachdem sie nämlich leicht auf- oder abzuladen sind.

1) Passagiere. Sie laden sich selbst auf und ab.

2) Steinkohlen. Sie lassen sich leicht auf- und abladen.

3) Kalksteine. Sie lassen sich zwar ebenfalls leicht aufladen, aber ihre weit härtern Ecken beschädigen die Wägen beim Abladen.

4) Baumwollenballen oder Getreide in Säcken.

5) Schmiedeeisen, Gußeisen, Quadersteine, Backsteine und andere Artikel, welche beim Aufladen und Abladen entweder wegen ihrer Last, oder wegen ihres großen Volumens, mehr Zeit in Anspruch nehmen.

Da die Steinkohlen in großen Quantitäten verfahren werden, so kann das Aufladen derselben einer bestimmten Zahl von Arbeitern eine ziemlich regelmäßige Beschäftigung geben, wenn sie die Steinkohlen in Säcken von dem Orte, wo sie aufgespeichert liegen, bis zu den Wägen fördern, auf denen sie verfahren werden. Für Steinkohlengruben ist es indessen viel vortheilhafter, wenn es angeht, eine besondere Eisenbahn bis zur Hauptbahn zu führen. Wenn die Mündung der Kohlengruben die gehörige Elevation über der allgemeinen Oberfläche besitzt, so kann man die Steinkohlen unmittelbar mittelst schräg gelegter Planken aus der Grube in den tiefer stehenden Wagen fördern, wobei man so zu sagen alle für das Aufladen nöthigen Kosten der Handarbeiter spart. Man hat sogar diese Erfindung in England vervollkommnet und sie benutzt, um die verschiedenen Qualitäten der Steinkohlen mittelst einer Art von Rost auf diesen schiefen

Digitized by Google

Flächen von einander zu sondern. Diese Absonderung wird an andern Orten mit der Hand bewerkstelligt und erfordert viel Zeit und Sorgfalt, wodurch sie sehr kostspielig wird; man kann indessen das Sortiren der Steinkohlen nicht gut entbehren, denn es besteht ein großer Unterschied in dem Verkaufspreise der Steinkohlen, aus einer und derselben Grube, je nachdem die Stücken groß, oder sehr klein sind. Der Unterschied des Preises rührt zum Theil daher, daß die groben Steinkohlenstücken weniger mit Erde und fremden Stoffen gemischt sind, als die kleinen, die unter dem Namen Steinkohlenklein bekannt sind, und daß erstere folglich dem Käufer mehr Sicherheit gewähren. Zu St. Etienne kosten 100 Kilogramm grobe Steinkohlen 1½ — 2 Franken, während dasselbe Gewicht Steinkohlenklein kaum 4 — 5 Sous kostet.

Je nach dem Werthe, den der Käufer auf die Größe der Stücken legt, muß man die Steinkohlen bei den verschiedenen Manipulationen, die sie während ihres Transportes von der Grube bis dahin, wo sie verkauft werden, erfahren, mehr oder weniger sorgfältig behandeln. Werden z. B. Steinkohlen auf einer Eisenbahn bis an einen Fluß, oder bis an eine Meeresküste transportirt, wo sie an Bord genommen werden sollen, so sind dieselben so sanft wie möglich vom Wagen in das Fahrzeug abzuladen, welches sie aufnehmen soll.

Diese Operation ist wegen der Höhe, welche die Eisenbahnen über dergleichen Einschiffungspunkten haben müssen, um sich außer dem Bereiche der Fluth zu befinden, nicht ganz ohne Schwierigkeiten. Wenn die Steinkohlen schon in kleinen Stücken sind und man eine fernere Zerkleinerung derselben nicht sehr fürchtet, so begnügt man sich, unter der Fallthür der Verpfählung, wo die Eisenbahn endigt, eine schiefe Fläche aus Planken anzulegen, auf welcher die Stein-

Digitized by Google

kohlen ins Fahrzeug hinabgleiten. Für Steinkohlen in großen Stücken, die schon größere Sorgfalt verlangen, bringt man an der Küste eine Art Schnellbalken an, oder einen Hebelarm, dessen oberes Ende einen gehörig festen hölzernen Rahmen trägt, um den Wagen aufzunehmen, und der am andern Ende mit einem starken Gegengewichte belastet ist. Fig. 30. stellt einen solchen Schnellbalken dar, wie er an einer der Abladestellen des Hafens von Sunderland errichtet ist. Eine doppelte kranzförmige Bremse aus Holz, die sich wiederum an Holz reibt, verzögert das Hinabsinken des Wagens bis zu dem Punkte, wo derselbe angehalten und abgeladen werden soll; und das Gegengewicht ist dergestalt berechnet, daß man nur die Bremsen nachzulassen braucht, wenn der leere Wagen auf die Höhe der Eisenbahn zurückkehren soll. Wenn die Plattform wieder zurückgekehrt ist, so befestigt man sie mittelst eines Riegels an dem festen Theile der Verpfählung und zieht den leeren Wagen zurück, um ihn durch einen beladenen zu ersetzen. Dieses wird ganz rasch bewerkstelligt von einem Manne, welcher auf dem Wagen steht, und von einem andern am Hebel l, den er nur emporzuheben braucht, um die Bremse zu lösen (siehe Fig. 30.). Wenn der Hebel l frei ist, so hält das Gewicht p die Bremsen anliegend, so daß kein Unglücksfall sich ereignen kann. Das Abladen kann zu einem Preise von 10 Sous für den Wagen besorgt werden. Eine solche Maschine kostet wenigstens 4000 Franken, und kann täglich 150 Wagen abladen.

In demselben Hafen und an der Tyne gibt es noch andere Maschinen, welche für denselben Zweck, aber von etwas anderer Gestalt erbaut sind. Der Hebelarm, welcher den Wagen an seinem obern Theile trägt, ist kürzer, als der andere, wodurch er ein größeres Tragvermögen erhält, als wenn sich der Unter-

Digitized by Google

stützungspunkt in der Mitte seiner Länge befindet. Er wird zurückgehalten in seiner Bewegung durch zwei starke Taue von plattem Geflecht, an denen unter der für die Einschiffung bestimmten Verpfählung ein Gegengewicht hängt. Diese Einrichtung wird in der Regel getroffen, wenn die Schiffe, in welche die Kohlen verladen werden sollen, nicht sehr nahe an die Verpfählung heran kommen können, indem letztere leicht durch die Veränderung des Flusses versandet. Sie hat aber einen großen Nachtheil und zwar den, daß der ganze Wagen und seine Ladung Tauen anvertraut werden muß, die sich immer sehr schnell abnutzen. Die Bewegung wird übrigens mittelst kranzförmiger Bremsen regulirt, wie bei der vorigen Einrichtung, und das Gegengewicht hebt den leeren Wagen wieder auf die Höhe der Eisenbahn.

Eine der Eisenbahnen, welche ebenfalls an den Fluß Tyne führt und unter dem Namen Brunton- und Shield-Eisenbahn bekannt ist, bietet eine eigenthümliche Einschiffungsart dar, die hier Erwähnung verdient. Auf dieser Eisenbahn sind Wagen im Gebrauch, halb so groß als die gewöhnlichen. Sie bestehen aus einem länglich viereckigen Kasten, dessen Boden befestigt ist und der sich vorn öffnet. Jeder dieser Wagen wird an den Rand einer Rutschfläche gebracht, die in das Fahrzeug leitet, in welches die Steinkohlen zu verladen sind. An den hintern Theil des Wagens ist ein Tau befestigt, welches mit einem Gegengewicht in Verbindung steht. Man schiebt nun die Wägen auf die Rutschfläche; derjenige Theil seines Gewichtes, welcher auf der Rutschfläche zerlegt wird, hebt das Gegengewicht, und das Hinabsteigen des Wagens wird außerdem durch eine der oben beschriebenen ähnliche Bremsvorrichtung regulirt. Hat der Wagen einen gewissen Punkt auf der Rutschfläche erreicht, so läßt man die Bremse sich anlegen, der

Digitized by Google

Wagen steht still, der vordere Theil desselben öffnet sich, und die Steinkohlen werden in einen geneigten Kasten auf der Rutschfläche ausgeschüttet. Der ausgeleerte Wagen erhebt sich, mittelst des Gegengewichtes, während der Kasten langsam auf der Rutschfläche hinab bis zum Deck des Fahrzeuges gleitet, wo sein Boden sich öffnet und die Steinkohlen ausschüttet. Hierauf erhebt sich der Kasten gleich dem Wagen mit Hilfe eines zweiten Gegengewichtes. Bei diesem Verfahren werden die Steinkohlenstücken hinlänglich geschont. Man hätte auch die Wägen auf der schiefen Fläche bis znm Schiff hinabsteigen lassen können. Wahrscheinlich hat man aber das Ausschütten in den Kasten eingeführt, um das Abladegeschäft zu beschleunigen, welches sonst zu langsam würde von Statten gegangen seyn, weil jeder Wagen nur halb so groß als ein gewöhnlicher ist. Während der Kasten niedergeht, sich ausleert und wieder emporsteigt, hat man Zeit, den leeren Wagen emporzuheben und einen beladenen an seine Stelle treten zu lassen.

Wir wollen hier nicht die Krahne und andere Maschinen beschreiben, welche zum Abladen voluminöser Gegenstände, z. B. von Säcken mit Getreide gefüllt, von Gußeisenstücken und Quadersteinen dienen können, denn sie haben an und für sich nichts Besonderes. Wir wollen dagegen einen sinnreichen Apparat erwähnen, dessen man sich auf der Eisenbahn von St. Etienne nach der Loire bedient, um ähnliche Stücke, oder jede andere Ladung, in beweglichen Kästen zu heben und sie von der Sohle der Eisenbahn auf die gewöhnlichen Frachtkarren zu heben. Dieser Apparat besteht in einem beweglichen Krahn, welcher auf einem Fußboden rollt, den zwei steinerne Pfeiler tragen und welcher über der Hauptbahn senkrecht zu ihrer Richtung aufgestellt ist. Stellt

man den Wagen und den Karren parallel zu einander zwischen die beiden Pfeiler, so erfolgt die Ueberladung von dem einen auf den andern mit Geschwindigkeit; aber dieser Apparat kommt in der ersten Anschaffung theuer zu stehen.

Was die Wägemittel anlangt, so kann man sich ähnlicher Brückenwagen bedienen, wie auf den gewöhnlichen Chausseen.

Fünftes Kapitel.

Von den verschiedenen Widerständen der Zugkraft auf einer Eisenbahn.

Wenn ein Wagen von ähnlicher Construktion, wie diejenige, welche allgemein in Gebrauch ist, auf irgend einem Theile einer Eisenbahn in gerader Linie in Bewegung gesetzt wird, so erfährt er, wie bereits erwähnt worden, zweierlei Widerstand. Der eine entsteht aus der Reibung, welche der Druck des Kastens und der Ladung auf die Axe ausübt; der andere rührt von dem Anhaften der Felge jedes Rades an den Bahnschienen her. Es ist schon angedeutet worden, daß diese letztere Art des Widerstandes von der größern, oder geringern Reinheit der Schienen herrührt, und wir haben die durch die Praxis bestätigten Verfahrungsarten, um den Widerstand der Axenreibung zu vermindern, bereits angegeben. Der Totalwiderstand, der sich aus diesen beiden Gattungen des Widerstandes ergibt, ist ganz unabhängig von der Geschwindigkeit und wirkt gleich einer constanten verzögernden Kraft, proportional zur Last des Wagens und im umgekehrten Verhältnisse zur Zugkraft. Dieses Resultat, welches den von Coulomb aufgestellten

Gesetzen der Reibung conform ist, hat sich auch durch die Versuche bestätigt, welche von dem englischen Baumeister Hrn. Wood auf der Eisenbahn von Killingworth angestellt worden sind; und diese Versuche können auf allen Eisenbahnstrecken wiederholt werden, welche hinlängliches Gefäll haben, daß die Wägen schon durch ihre Schwerkraft in Bewegung gerathen. Die Wägen befinden sich alsdann in der Lage eines Körpers, welcher auf einer geneigten Fläche in Folge der Wirkung eines Theiles seiner Schwere hinabgleitet, welche parallel zur Fläche zerlegt und um den Betrag des Widerstandes der Reibung vermindert worden ist. Die Frage wäre demnach auf eine Aufgabe zurückgeführt, die in allen Handbüchern der Mechanik gelöst ist. Man mißt den Raum, welchen die Wägen auf diese Weise in einer gegebenen Zeit, vermöge der Wirkung ihrer Schwere, durchlaufen und zieht davon den ganzen Werth des Widerstandes ab, den der Wagen in seiner Bewegung erfährt. Für gewöhnliche Wägen beträgt nun der Werth dieses Widerstandes bis $\frac{1}{200}$ des Betrages der absoluten Schwere, oder bis 0,005 der Last des Wagens und seiner Ladung.

Aber wenn der Wagen sich in einer Krümmung bewegen muß, so entstehen für die Zugkraft neue Ursachen des Widerstandes.

1) Bei großer Geschwindigkeit entsteht eine Art Centrifugalkraft, welche dahin wirkt, den Spurkranz derjenigen Räder, welche die äußere Curve durchlaufen gegen die Kantenschiene zu drücken; diese Kraft wird jeden Augenblick durch den Widerstand der Schiene vernichtet; aber eben daraus entsteht eine Reibung und ein entsprechender Kraftverlust.

2) Die Räder, welche sich auf der äußern Curve bewegen, müssen einen weit größern Weg zurücklegen, als die Räder, welche sich auf der innern Curve be-

Digitized by Google

wegen, und da diese Räder je zwei und zwei an einer Axe befestigt sind, so muß entweder das äußere Rad vorwärts gleiten, oder das innere Rad während der Bewegung zurückbleiben.

3) Da die beiden Axen einander immer genau parallel und in einer ununterbrochenen Entfernung von einander bleiben müssen, aus Gründen, die weiter oben entwickelt worden, so folgt daraus, daß sie in der Krümmung keine normale Richtung behalten können, und daß der Wagen denselben Widerstand erfährt, wie ein viereckiger Körper, welcher sich zwischen zwei concentrischen Krümmungen bewegt, und dessen Ecken sich an jeder dieser Krümmungen reiben.

Die erste dieser Ursachen des Widerstandes ist in der Regel von geringem Belang. Die Centrifugalkraft verhält sich bekanntlich wie das Quadrat der Geschwindigkeit, dividirt mit dem Durchmesser der Krümmung, welche der bewegte Körper durchläuft, und folglich kann der Werth des daraus entstehenden Widerstandes nicht beträchtlich in Krümmungen seyn, sobald der Durchmesser derselben nicht sehr klein ist. Uebrigens kann die Wirkung dieses Widerstandes auf die Weise ganz ausgeglichen werden, daß man die Schiene der äußern Krümmung etwas höher, als diejenige der innern macht, so daß ein Theil der Last des Wagens der Krümmung normal zerlegt wird und direkt der Centrifugalkraft entgegenwirkt. Dieses Mittel wird auch in der Regel in allen Krümmungen angewendet, die keinen sehr großen Halbmesser haben. Nur muß die Erhöhung der äußern Schiene mit der nothwendigen Rücksicht eingeleitet werden, damit nicht eine plötzliche Steigung für den Wagen entstehe, welche nur mit einem Ueberschusse von Kraft überwunden werden kann.

Die zweite Ursache des Widerstandes ist sehr wichtig, sobald die Krümmungen keinen großen Halb-

Digitized by Google

messer haben. In diesen Krümmungen bilden die beiden Schienengeleise einer jeden Bahn einen äußern und einen innern Bogen, welche concentrisch sind, und folglich ist das Profil dieser Bogen für eine und dieselbe Winkelöffnung ihren betreffenden Halbmessern porportional, deren Differenz die Breite der Bahn ist. Wenn der Halbmesser der innern Krümmung veränderlich ist, indem man annimmt, daß die Breite der Bahn 1½ Meter beträgt, was allgemein giltig ist, so hat man folgende Werthe für das Verhältniß der beiden durchlaufenen Bogen:

Halbmesser der inneren Krümmung.	Breite der Bahn.	Innerer Bogen.	Aeußerer Bogen.
1000 M.	1,50	1 Meter	1,0015
500 "	"	"	1,003
400 "	"	"	1,0038
300 "	"	"	1,005
200 "	"	"	1,0075
100 "	"	"	1,0150
80 "	"	"	1,0187
60 "	"	"	1,0250
40 "	"	"	1,0375
30 "	"	"	1,0500

Daraus ergibt sich, daß diese Differenz des Profiles um so auffallender wird, je mehr die Halbmesser der Krümmungen abnehmen, und sie kann während der Bewegung nur dadurch ausgeglichen werden, daß das äußere Rad vorwärts gleitet und das innere hinterwärts, wodurch nothwendig eine sehr starke Reibung auf der Schiene erzeugt wird.

Um diesem Fehler der Krümmungen abzuhelfen, hat Hr. Laignel ein Mittel vorgeschlagen, welches darin besteht, das Rad in der äußern Krümmung auf seinem Spurkranze statt auf seiner Felge laufen zu lassen. Alsdann muß die äußere Schiene mit einem

Seitenrande versehen seyn, damit das Rad sein Geleise nicht verlassen könne. Diese Erfindung beabsichtigt, das äußere Rad einen größern Raum, als das innere Rad in derselben Zeit durchlaufen zu lassen. Der Spurkranz der Räder beträgt 2 — 2¼ Centimeter und der Durchmesser des Spurkranzes im Dunkeln 80 Centimeter, während derjenige des Felgenkranzes im Dunkeln nur 76 Centimeter ausmacht. Wenn man also das äußere Rad auf seinem Spurkranze laufen läßt, so werden die Räume, welche die beiden Kreisumfänge in einer ganzen Umdrehung durchlaufen haben, 2,5 Meter und 2,39 Meter betragen, was ein Verhältniß von 1,05 zu 1 gibt. Sie stehen also genau in einem Verhältnisse zu einander, welches Krümmungen von 30 Meter entspricht. Wollte man aber diese Einrichtung auf Krümmungen von größerem Halbmesser anwenden, so würde das äußere Rad dem innern Rade in jedem Augenblick immer mehr vorauseilen und die Schwierigkeit nur auf einen andern Punkt versetzt seyn. Es ist nicht möglich, die Spurkränze der Räder so zu vermindern, daß dasselbe Verfahren auf Krümmungen von größerem Halbmesser Anwendung finden könnte; denn alsdann würden die Räder nicht hinlänglich im Geleise erhalten werden, sobald sie wieder auf ihren Felgen laufen.

Um den Rädern, je nach ihrer Lage in den Krümmungen, welche sie durchlaufen, einen veränderlichen Durchmesser zu geben, hat man auch vorgeschlagen, die Felgen der Räder ziemlich konisch zu machen. Bei dieser Einrichtung muß die Centrifugalkraft, welche in den Krümmungen von innen nach außen wirkt, das äußere Rad auf einen viel größern Felgendurchschnitt treiben, und das innere Rad auf einen viel kleinern Durchschnitt, so daß die beiden Durchschnitte, welche mit der Schiene in Berührung stehen, dem äußern und dem innern Halbmesser jeder

Digitized by Google

Krümmung proportional seyn müssen. Aber dergleichen Räder müssen unmittelbar darauf hinwirken, die Schienen nach außen zu drücken, welche nachtheilige Wirkung schon bei den jetzigen Rädern sehr merklich ist, deren Felgen ein wenig konisch sind, um sie bequemer gießen zu können.

Praktisch läßt sich also nur der Vorschlag des Herrn Laignel in Anwendung bringen, der sich indessen blos auf Krümmungen von 30 Meter Halbmesser beschränkt. Es ist nun begreiflich, daß es beim Entwurfe für die Anlegung einer Eisenbahn nichts weniger, als leicht sei, sich auf Krümmungen von so kleinem Durchmesser zu beschränken, und daß diese Beschränkung in gewissen Fällen große Unkosten für Erdarbeiten verursachen müsse. Uebrigens ist zu bedenken, daß damit die Aufgabe nur unvollständig gelöst ist, denn dabei bleibt ja noch immer der ganze Widerstand, welcher von der dritten, oben angegebenen Ursache, nämlich vom Parallelismus der Axen mit ihrem gewöhnlichen Abstande von 1 Meter 10 Centimeter herrührt. In Folge dieses Parallelismus, dessen Nothwendigkeit weiter oben erklärt worden ist, tritt nun der Fall ein, daß in den Krümmungen die Linie, in welcher die Felgen mit der Schiene in Berührung stehen, schräg auf dem Durchschnitte der letztern steht, so daß die Spurkränze der Räder sich an der Schiene reiben und in schräger Richtung zu derselben stehen. Diese Seitenreibung erfordert eine große Vermehrung der nothwendigen Zugkraft. Dieser schlimme Umstand ist noch gar nicht gehoben, wenn man das äußere Rad auf seinem Spurkranze laufen läßt; denn der Spurkranz reibt sich an dem festen Rande auf der äußern Schiene und erzeugt einen beträchtlichen Widerstand. Außerdem befindet sich die äußere Schiene, wenn sie flach und mit einem vorstehenden Rande versehen ist, gerade in demselben Falle,

Digitized by Google

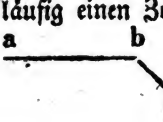
wie die sogenannten flachen Schienen (plate-rails), die wir weiter oben untersucht haben. Sie ist nämlich dem Uebelstande ausgesetzt, daß sich Koth und Staub auf derselben sammeln und muß sich durch die Reibung des Spurkranzes, der immer sehr schmal ist und auf dieselbe wie ein Messer wirkt, sehr bald aushöhlen. Diese Mängel wiegen den Nutzen fast gänzlich auf, den obige Einrichtung zu gewähren scheint, und es würde unmöglich seyn, sie auf Eisenbahnen von sehr lebhaftem Verkehr in Anwendung zu bringen. Denn bei der viereckigen Gestalt der auf den Eisenbahnen gebräuchlichen Wagen würde ein Wagenzug, welcher sich mit einer Geschwindigkeit von einigen Metern in der Secunde fortbewegt, immer eine sehr mächtige Seitenreibung in einer Reihenfolge so scharfer Krümmungen von 30 Meter Halbmesser ausüben, und die gerade Richtung der Schienen würde sehr bald vernichtet seyn.

Diese Einrichtung könnte nützlicher seyn in den Bergwerken, wo die Auslängen sich fast in rechten Winkeln schneiden, und wo fast niemals eine rasche Bewegung stattfindet. Auf diese Weise hat man sie auf einer unterirdischen Eisenbahn in dem Bergwerke von Anzin angewendet. Höchst wahrscheinlich ist die Breite der Bahn hier geringer, als bei den Schienenbahnen, die auf der Oberfläche der Erde angelegt werden; auch sind die Axen einander näher, wie dieses auf den Eisenbahnen in den englischen Bergwerken der Fall ist. Die erste dieser Modificationen vermindert den Widerstand, welcher von der Differenz der Krümmung abhängt, indem sie die Differenz der Halbmesser der äußeren und inneren Krümmungen, welcher sie proportional ist, reducirt. Die zweite Modification vermindert den Widerstand, welcher von der viereckigen Form der Axenverbindung herrührt. Uebrigens tragen auch die Schlepphunde, welche in den Bergwer-

Digitized by Google

ken angewendet werden, nur $\frac{1}{6}$ oder $\frac{1}{8}$ der Last der großen Wägen, die auf der Oberfläche der Erde im Gebrauche sind.

Eine Besonderheit der Baltimore- und Ohio-Eisenbahn in den Vereinigten Staaten Nordamerika's, von welcher im Jahre 1832 bereits 60 englische Meilen mit einer doppelten Bahn fertig waren, und ein Vorzug derselben vor den englischen Bahnen besteht darin, daß sie nicht in ganz gerader Richtung läuft, sondern sich in Windungen fortschlängelt, deren Radius manchmal nur 220 Fuß beträgt. Die Wägen der Mancheſter-Eisenbahn würden, wie man gläubt, bei solchen Krümmungen der Bahn umwerfen; dies wird hier dadurch verhindert, daß man den Durchmesser des Rades beinahe bis auf zwei Fuß vermindert; vorzüglich aber dadurch, daß man zwischen dem Reifen des Rades und dem hervorstehenden Rande (dem Spurkranze) eine conische Erhöhung von beiläufig einen Zoll Höhe anbringt.



a b ist nämlich der untere Theil des Rades, welcher auf die Bahn drückt; b c die conische Erhöhung, und c d der hervorstehende Rand, durch welchen das Rad an die Bahn gehalten wird.

Bei dieser Einrichtung steigt die Maschine, die in gerader Richtung getrieben wird, wenn sie mit einer krummen Linie zusammentrifft, nothwendig an der Bahn in die Höhe, und zwar mit einer Neigung, aus derselben auszutreten. Dadurch kommt aber das Rad mit seiner Felgenfläche unmittelbar auf die conische Erhöhung zu liegen, auf welcher es, sowohl wegen deren Form, als wegen des auf ihm ruhenden Gewichtes nicht bleiben kann, so daß die Oberfläche des Radkranzes wieder auf a b kommt, und daß die Räder in jedem Augenblicke gehörig im Geleise erhal-

Digitized by Google

ten werden. Die Reibung, welche nothwendig bei dieser Methode entsteht, soll durch ein neu erfundenes Reibungsrad ausgeglichen werden.

Nach einer andern sinnreichen Erfindung, die ziemlich auf Laignel's Vorschlag hinausläuft, kann ein Karren in einer krummen Linie, deren Radius 50 Fuß beträgt, ohne aufgehalten zu werden, bewegt werden, so daß derselbe z. B. in ein Magazin an der Seite der Eisenbahn gelangen kann. Dies wird dadurch bewirkt, daß man die äußere Schiene der Krümmung aus soliden gußeisernen Stücken so verfertigen läßt, daß sie blos den hervorragenden Rand des Rades aufnimmt. Dadurch wird, indem das äußere Rad auf die Kante des Spurkranzes c d gehoben wird, während das innere Rad auf a b bleibt, ersteres um die ganze Dicke dieses hervorstehenden Randes im Durchmesser weiter, so daß sich die Achse mithin unmöglich in gerader Linie bewegen kann, sondern sich in einem Kreise bewegen muß, welcher dem Unterschiede des Durchmessers der beiden Räder entspricht. Die Amerikaner legen ein sehr großes Gewicht auf diese ihre Erfindungen, mittelst welcher sie den Bahnen ohne Nachtheil die verschiedenen Krümmungen geben können, da es oft nur mit den größten Kosten möglich ist, die gerade Linie derselben herzustellen. Die Baltimore-Eisenbahn läuft an den Ufern des Patapses und muß den Windungen desselben folgen, da dieser Fluß von sehr großen Granithügeln eingeschlossen ist, über die man mit keiner Bahn gelangen könnte. Ob diese Einrichtungen jedoch hinreichen, um auch Dampfwägen, die mit derselben Schnelligkeit laufen, wie jene auf der Manchester-Eisenbahn, sicher auf dieser Bahn zu erhalten, muß erst die Erfahrung lehren, da man bisher blos mit Pferden, und mit einer Geschwindigkeit von 12 Meilen in der Stunde auf diesen Bahnen fuhr.

Digitized by Google

Wir glauben, daß der Anwendung der Dampfwägen vorzüglich ihr großes Gewicht im Wege steht, durch welches die Schienen in die hölzernen Unterlagen eingedrückt werden; diese hölzernen Unterlagen sollen jedoch in dem Maße, als sie sich abnützen, durch steinerne ersetzt werden, zu denen gegenwärtig das Material wohlfeil zu haben ist.

Der Werth des totalen Widerstandes, den die mehr oder weniger scharfen Krümmungen erzeugen, läßt sich mit einem Dynamometer ausmitteln, welches man an den in Bewegung befindlichen Wägen anbringt. Damit Versuche dieser Art Resultate liefern können, welche unter einander vergleichbar sind, muß man sie immer mit einem und demselben Wagen anstellen, und unter vollkommen identischen Umständen, bis auf den Halbmesser der Krümmung; sonst werden die Resultate durch die Nebenumstände, z. B. durch die Form der Wägen und der Schienen, durch den Zustand der Bahn, durch das Gefäll derselben ꝛc. sehr modificirt. In Ermangelung ähnlicher Versuche wollen wir den berechneten Werth der Quantität des Widerstandes geben, welche von der Differenz der Krümmung des äußern und des innern Schienengeleises in irgend einer Bahnkrümmung herrührt. Was die andere Ursache des Widerstandes anlangt, welche in dem Parallelismus und in dem Abstande der Axen liegt, so ist es ganz unmöglich, sie auf andere Weise, als durch Versuche zu schätzen.

Es bezeichne p die Totallast des beladenen Wagens, R den Halbmesser der Krümmung, von der Axe der Bahn aus genommen, und d die Breite der Bahn. Während der Bewegung in der Krümmung müssen die in einer gegebenen Zeit von dem einen und dem andern Rade durchlaufenen Räume den Halbmessern des äußern und innern Schienengeleises

oder $\frac{R + \frac{1}{2}d}{R - \frac{1}{2}d}$ proportional sein. Wenn also das innnere Rad 1 Meter durchläuft, so muß das andere einen Raum durchlaufen $= 1 \times \left(\frac{R + \frac{1}{2}d}{R - \frac{1}{2}d}\right)$, aus welchem Ausdrucke man, wenn man ihn entwickelt, bekommt $1 + \frac{d}{R} + \frac{1}{2}\frac{d^2}{R^2}$ u. s. w. Wenn die beiden Räder auf derselben Are befestigt sind, so kann man annehmen, daß das äußere Rad den Raum mittelst seiner rotirenden Bewegung und den Raum $\frac{d}{R} + \frac{1}{2}\frac{d^2}{R^2}$ mittelst einer gleitenden Bewegung durchläuft. Nun ist nach Coulomb die Reibung, welche aus dem Drucke des auf Eisen gleitenden Eisens entsteht, ungefähr dem Drittel seiner Schwere gleich. Hier ist das Gewicht, welches auf die äußere Curve drückt, nur die Hälfte der Totallast des Wagens, oder $\frac{p}{2}$. Die gleitende Reibung, die daraus entsteht, ist also $= \frac{p}{6}$, und da sie wirkt, während das äußere Rad sich gleitend durch den Raum $\frac{d}{R} + \frac{1}{2}\frac{d^2}{R^2}$ bewegt, so wird die Quantität der Reibung, welche aus dem Gleiten oder Schleifen des äußern Rades entsteht, $= \frac{p}{6}\left(\frac{d}{R} + \frac{1}{2}\frac{d^2}{R^2}\right)$.

Man kann also folgende Tabelle berechnen, welche für jeden durchlaufenen Theil auf der innern Curve den Werth der Reibung angibt, die aus der Differenz der Krümmung der Geleise entspringt, und zwar in Brüchen von p oder der Last des Wagens:

Digitized by Google

Halmesser	Reibung in Folge der Differenz der Geleisekrümmung. p.
1000	0,000255
500	0,00051
250	0,00102
100	0,00255
50	0,0051
25	0,0102

Im Allgemeinen ist es dem Grundsatze nach anerkannt, daß jede für einen bedeutenden und lebhaften Verkehr bestimmte Eisenbahn nur gerade Linien und Krümmungen von sehr großem Halbmesser enthalten dürfe. Wird diese Bedingung nicht erfüllt, so wird der Dienst sehr schwierig, und die Transportkosten sind sehr beträchtlich. Auf der Eisenbahn von Liverpool und Manchester, welche durch eine Gegend läuft, die wenig Veränderung besitzt, hat man sich daran binden können, nur Krümmungen von 1500 bis 2000 Meter Halbmesser anzuwenden. Auf der Eisenbahn von St. Etienne und Lyon, welche mit einer sehr schwierigen Localität zu kämpfen hat, sind 500 Meter für die untere Grenze des Halbmessers der Krümmungen angenommen worden, sonst würde man sich einem außerordentlichen Aufwande ausgesetzt haben. Der Halbmesser von 500 Meter muß bei der bis jetzt befolgten englischen und französischen Bauart der Eisenbahnen als das Minimum der Krümmungen betrachtet werden, die man auf einer Eisenbahn für allgemeine Circulation anlegen darf. Auch muß man den Entwurf der Bahn so ordnen, daß diese Krümmungen mit geraden Linien wechseln, denn, wenn mehrere Krümmungen von 500 Meter ohne Unterbrechung auf einander folgen,

Digitized by Google

so entsteht eine merkliche Vermehrung des Widerstandes.

Man kann die von den Krümmungen herrührende Reibung gar sehr vermindern, wenn man auf die Räder des ersten Wagens einen Wasserstrahl fallen läßt, welcher die Schiene für die andern Räder anfeuchtet. Die Wägen laufen in der That auf nassen Schienen weit besser, was wahrscheinlich daher rührt, daß die dünne Wasserschicht zwischen der Schiene und dem Rade wie Oel wirkt, welches sich zwischen zwei Körpern befindet, die sich auf einander reiben, und dem Rade gestattet, sich leichter von der Schiene zu lösen.

Es muß indessen bemerkt werden, daß die hier aufgestellte Regel für Curven von großem Halbmesser nur auf einen großen Verkehr Anwendung leidet. Auf einer Eisenbahn von geringem Verkehre können sich Umstände einstellen, die etwas schärfere Krümmungen und folglich etwas größere Transportkosten als vorzüglicher erscheinen lassen, indem man dabei außerordentliche Kosten in der ersten Anlage vermeidet.

Zum großen Theil vermeidet man die Reibung in den Bahnkrümmungen, wenn man dem Wagen eine solche Einrichtung gibt, daß die Langwiede, durch welche die Verbindung der beiden Radaxen hergestellt wird, oder das Wagengerüste, welches dessen Stelle vertritt, in der Mitte seiner Länge getrennt und hier mittelst eines Zapfens oder Schlüssels beweglich ist, so daß die Stellung der Axe der Hinterräder von jener der vordern Axe unabhängig wird, wodurch letztere zum Behufe der Leichtigkeit der Wendung sich mit der ersteren nach Maßgabe der Bahnkrümmung in einen Winkel stellt, wie an den Bahnwägen des Ritter von Baader für die schwebende Eisenbahn.

Digitized by Google

Am vollständigsten endlich wird der in der Krümmung entstehende Widerstand beseitigt, wenn jedes Rad mit seiner eigenen Axe auf gewöhnliche Weise versehen wird. Bei Dampfwägen müßte dieses in der Art geschehen, daß jedes Rad mittelst der Vorrichtung des Sperrkegels von der gemeinschaftlichen Welle, welche durch die Maschinerie umgedreht wird, ausgelöst werden kann, so daß es beim Eintritte der Krümmung seinen Lauf unabhängig von dem andern Rade, welches durch die Welle gedreht wird, machen kann. Diese Auslösung müßte bei demjenigen Rade statt finden, welchem in der Krümmung die geringere Geschwindigkeit zugehört. Bei dieser Einrichtung kann dann die Bahn ohne Nachtheil in jeder Krümmung angelegt sein, und die gewöhnliche oder bisher gebräuchliche Einrichtung der englischen Dampfwägen, bei welcher die Räder auf derselben Axe festgekeilt sind, ist noch als eine Unvollkommenheit anzusehen.

Fig. 57 stellt im Grundrisse den hinteren Theil eines so eingerichteten Wagens dar, welcher die Dampfmaschine und den dazu gehörigen Mechanismus trägt. In dieser Einrichtung, welche vom Professor Arzberger herrührt, sieht man 1) wie die Geschwindigkeit der Räder durch das Vorgelege von Rad und Getriebe veränderlich gemacht wird; und 2) die Anordnung, daß die Kurbelwelle mittelst des Schlüssels und des an seiner Welle befestigten Getriebes den Umtrieb des Rades nicht unmittelbar, sondern durch ein Sperrrad und Sperrkegel bewirkt, so daß bei der Drehung der Welle jedes der an derselben befindlichen Räder mitfolgen muß, hingegen jedes Rad frei der Welle vorlaufen kann. Dadurch wird nicht nur der Vortheil erlangt, daß, wenn der Wagen in einer Krümmung geht, folglich daß äußere Rad in einem größeren Kreise herumläuft, kein nachtheiliger Widerstand entsteht, so daß bei dieser Einrichtung der Wagen in den schärfsten Krümmungen gehen

Digitized by Google

kann; sondern auch die Möglichkeit gegeben, durch Ausrückung des Sperrkegels den Gang der Maschine von dem Rade unabhängig zu machen, so daß dadurch ein plötzliches Stillstehen erreicht werden kann.

A ist der Raum für den Dampfapparat.

B B sind die beiden Treibcylinder mit den unter einem rechten Winkel gestellten Kurbeln, welche mit der Welle des Schlüssels d d verbunden sind. An den Wagenrädern C C sind die zwei gezähnten Räder a, a', ein kleineres und größeres, befestigt, zu welchen die an der Stange des Schlüssels befindlichen Getriebe b, b', ein größeres und ein kleineres, gehören, um die Geschwindigkeit des Rades zu verändern, je nachdem das kleinere oder größere in das größere oder kleinere Rad eingerückt wird. Die Einrichtung dieses Schlüssels ist in Fig. 58 in größerem Maßstabe gezeichnet; durch die Gewerbe m m läßt er sich in der Richtung der Welle verlängern oder verkürzen, so daß er den Schwankungen in jeder Richtung nachgibt; o o ist das Sperrrad, das mit den Getrieben an der Stange des Schlüssels festsitzt, und p der Sperrkegel. Geht der Wagen vorwärts, so greift der Kegel nach der einen Richtung in das Sperrrad; geht er (durch Umkehrung der Steuerung) rückwärts, so geschieht sein Eingriff nach der anderen Richtung; wird er ganz ausgehoben, so dreht sich die Welle d ohne daß eine Drehung des Rades erfolgt. Ist daher mit dem Zuge, welcher den Sperrkegel aushebt, noch eine Bremsung verbunden, so kann das Stillstehen des Wagens plötzlich bewirkt werden *).

Wenn eine Eisenbahn eine merkliche Steigung hat, so wird hier der Widerstand der Zugkraft um den ganzen Theil der Last vermehrt, welcher parallel der schiefen Fläche, auf welcher der Wagen hinanfährt, zerlegt wird. Es sei P die Last des Wagens

*) Prechtl's technol. Encycl. Bd. IV. u. V.

und i der Neigungswinkel der Steigung. Auf einer horizontalen Eisenbahn mit Krümmungen von sehr großem Halbmesser beträgt der Widerstand für die Zugkraft $\frac{P}{200}$ und an einer Steigung beträgt sie $\frac{P}{200} + P \text{ Sin. } i$. Da die Neigungswinkel immer sehr unbedeutend sind, so ist der Sinus des Bogens ziemlich der Tangente desselben gleich, und der Ueberschuß des Widerstandes an der Steigung kann betrachtet werden als völlig gleich dem Gewichte des Wagens, multiplicirt mit dem Betrage der Steigung auf den Meter. Man hat also:

Steigung.	Widerstand in Folge der Steigung.	Widerstand in Folge der Reibung.	Totaler Widerstand.
1 Mill. auf den Meter	0,001	0,005	0,006
5 Mill. auf den Meter	0,005	"	0,010
1 Cent. auf den Meter	0,010	"	0,015
2 Cent. auf den Meter	0,020	"	0,025

Aus dieser Tabelle ergibt sich, daß bei einer Steigung von 5 Millimeter auf den Meter der Ueberschuß des Widerstandes in Folge der Steigung demjenigen gleich ist, den die Reibung der Axe und des Rades herbeiführt, und daß folglich der Totalwiderstand verdoppelt ist; er wird dreifach bei einer Steigung von 1 Centimeter auf den Meter, und fünffach bei einer Steigung von zwei Centimeter.

Aus der Gesammtheit der Betrachtungen, die wir in diesem Capitel angestellt haben, ergeben sich folgende Resultate:

1) Die Eisenbahnen gewähren nur großen Vortheil als wohlfeiles Transportmittel, wenn sie in sehr weiten Krümmungen und möglichst sanften Steigungen angelegt sind, oder wenn den Wägen die für Krümmungen nöthige Einrichtung gegeben ist.

Digitized by Google

2) Es ist von der größten Wichtigkeit für das Gedeihen aller Unternehmungen dieser Art, daß die größte Masse der zu transportirenden Gegenstände in der Richtung des Falles der Bahn stattfindet. Wir werden wieder auf diesen Gegenstand und zwar mit größerer Ausführlichkeit zurückkommen, wenn wir die verschiedenen Communicationssysteme mit einander vergleichen.

Digitized by Google

Zweiter Abschnitt.

Von den verschiedenen bewegenden Kräften, welche auf den Eisenbahnen angewendet werden.

Wir wollen die bewegenden Kräfte, welche gewöhnlich auf den Eisenbahnen in Anwendung kommen, in vier Classen theilen und successive ihre Vortheile und ihre Nachtheile untersuchen.

Diese bewegenden Kräfte sind:

1) Pferde.
2) Die Schwerkraft.
3) Feststehende Dampfmaschinen.
4) Bewegliche oder ortsverändernde Dampfmaschinen.

Erstes Kapitel.

Pferde.

Diese Art der bewegenden Kraft ist diejenige, deren erster Ankauf am wenigsten kostspielig ist; aber

Digitized by Google

dieser Vortheil kann durch die Kosten aufgewogen werden, welche die tägliche Unterhaltung erheischt, und durch die Begrenzung der Brauchbarkeit der Pferdedienste unter gewissen Umständen.

Die Quantität der täglichen Arbeit, welche der gewöhnlichen Kraft eines Pferdes entspricht, hat man sehr verschiedenartig geschätzt. Wenn man das Kraftvermögen der Dampfmaschinen nach Pferdekräften schätzt, so drückt man die Pferdekraft in der Regel durch 75 Kilogramm aus, die in der Sekunde 1 Meter hoch gehoben werden. Da ein Pferd acht Stunden täglich zu arbeiten pflegt, so ist es im Stande, täglich 2,160,000 Kilogramm 1 Meter hoch zu heben. Aber diese Schätzung ist für ein gewöhnliches Pferd zu hoch; denn der Widerstand von 75 Kilogramm ist zu beträchtlich, um nicht ein Pferd, welches regelmäßig arbeiten soll, bald zu ermüden. In der Praxis pflegt man diesen Widerstand bis auf 65 und selbst bis auf 60 Kilogramm herabzusetzen. Was die Geschwindigkeit von 1 Meter auf die Sekunde anlangt, so entspricht sie der Entwickelung der Kraft des Thieres vollkommen, und man kann sogar annehmen, daß sie das Maximum seiner nützlichen Arbeit liefert, welche sich aus dem Produkte des zu überwindenden Widerstandes, multiplicirt mit dem durchlaufenen Raum, ergibt. Wenn das Pferd geschwinder oder langsamer, als 1 Meter auf die Sekunde sich bewegt, so nimmt dieses Produkt ab, weil alsdann die Bewegungen seiner Muskeln im Zustande ihrer Thätigkeit nicht frei sind. Außerdem kann ein Pferd kaum länger, als acht Stunden täglich im Zuge seyn und muß in der Regel wöchentlich einen ganzen Tag ausruhen können.

Wir nehmen also an, daß beim Transporte von Waaren der Gang eines Pferdes von der Art ist, um in der Sekunde 1 Meter oder in der Stunde

3600 Meter zurückzulegen, bei Besiegung eines Widerstandes von 60 Kilogramm und acht Stunden täglicher Arbeitszeit. Unter solchen Umständen wird ein Pferd einen Effect erzeugen = 60 • 8 • 3600 = 1,728,000 Kilogramm 1 Meter hoch gehoben.

Wir haben gesehen, daß auf einer horizontalen und geradlinigen Eisenbahn der mittlere Widerstand des Zuges bei gut geschmierten Wägen $\frac{1}{200}$ oder $\frac{5}{1000}$ der Last beträgt, welche transportirt wird. Folglich erzeugen 1000 Kilogramm oder eine Tonne unter diesen Umständen einen Widerstand von 5 Kilogramm, welcher in einer dem Pferdezug entgegengesetzten Richtung wirkt und welchen das Pferd in 1 Stunde 3600 Meter weit transportiren muß. Dividirt man folglich die Zahl 60, welche den Widerstand ausdrückt, den man einem Pferde zu überwinden geben kann, mit der Zahl 5, so gibt der Quotient die Zahl der Tonnen, welche das Pferd fortzuschaffen vermag. Dieser Quotient ist 12. Folglich kann ein Pferd auf einer horizontalen und geradlinigen Eisenbahn 12,000 Kilogramm fahren, folglich drei Wägen fortbewegen, von denen jeder mit 3000 Kilogramm Waaren belastet ist, indem das Gestell und die Räder jedes Wagens ungefähr 1000 Kilogramm wiegen.

Dieses Resultat kann man in der Praxis als ein Maximum betrachten und zwar aus zwei Gründen, weil nämlich 1) keine einzige Eisenbahn vollkommen horizontal ist; man findet immer geringe Steigungen, die auf der andern Seite geringe Abdachungen erzeugen, an welchen das Pferd seine Kräfte übermäßig anstrengen muß, um die drei Wägen emporzuziehen; der andere Grund beruht darin, daß keine Eisenbahn eine beständig gerade Linie verfolgt, und sobald der Radius der Curven unter

Digitized by Google

1000 Meter beträgt, erhält sich der Widerstand des Zuges sehr merklich.

Wenn die Eisenbahn eine Steigung enthält, so nimmt der Widerstand, wie wir gesehen haben, sehr rasch zu. Bei einer Steigung von 5 Millimeter auf den Meter ist er doppelt so groß, als in der Ebene, und man kann alsdann dem Pferde nicht über 6000 Kilogramm Belastung geben; denn $\frac{60}{10} = 6$, und außerdem bedarf das Pferd einen Theil seiner Kraft, um seine eigene Last bergan zu bewegen. Man kann ihm nur 4000 Kilogramm an einer Steigung von 1 Centimeter auf den Meter geben u. s. f. Bei einer Steigung von $2\frac{1}{2}$ Centimeter auf den Meter vermag das Pferd nur 2000 Kilogramm zu ziehen, und ist es unmöglich, dergleichen Steigungen zu vermeiden, so muß man alsdann andere, weniger kostbare bewegende Kräfte suchen; denn in diesem Falle nähert sich der Nutzeffect, den das Pferd leistet, schon allzusehr demjenigen, welchen man auf einer gewöhnlichen Straße von ihm zu erwarten hat.

Wenn fast aller zu transportirende Stoff längs der Neigung der Eisenbahn herabgeschafft werden muß und die Wägen leer wieder hinauffahren müssen, so kann ein Pferd eine große Zahl derselben bergunter führen; denn alsdann wirkt derjenige Theil der Last, welcher bergab zerlegt wird, dem gewöhnlichen Widerstand entgegen, den die Reibung erzeugt; da aber dasselbe Pferd die herabgefahrnen Wägen leer wieder bergan zu schaffen hat, so muß man diesen Umstand in Rechnung bringen.

An einer Neigung von 4 Millimeter auf den Meter würde folglich der Widerstand eines beladen herabfahrenden Wagens durch $4000 \times \frac{5-4}{1000} = 4$ Kilogramm auszudrücken seyn, woraus sich ergibt,

daß ein Pferd bergab eine Zahl Wägen $= \frac{60}{4}$ $= 15$ mit ihrer Belaſtung fahren kann; da aber bergan der Widerſtand eines leeren Wagens 4 Kilogramm der bergab zerſetzten Laſt beträgt + 5 Kilogramm Reibung = 9 Kilogramm, ſo kann ein Pferd nur $\frac{60}{9}$ oder 7 Wägen höchſtens bergan ſchaffen. Auf dieſelbe Zahl hat man deshalb die von einem Pferde bergab zu fahrenden Wägen zu beſchränken. Der umgekehrte Fall würde bei einer Steigung von 2 Millimeter auf den Meter eintreten. Die Zahl der beladenen Wägen, die ein Pferd bergab fahren könnte, würde ungefähr die Hälfte von denen betragen, die es leer bergan zu ziehen vermag.

Wenn die Neigung der Linie 5 Millimeter auf den Meter beträgt, ſo können die belaſteten Wägen ſchon durch die Schwerkraft allein längs der Neigung hinabfahren, weil die Portion ihres zerlegten Gewichtes größer iſt, als der Widerſtand, den die Reibung erzeugt. Alsdann wird ihre Bewegung an einer ſolchen Neigung der Bahn mittelſt der Bremsvorrichtungen regulirt, die im zweiten Kapitel beſchrieben worden ſind; die Pferde werden nur für den Zweck benutzt, die Wägen bergan zu fahren, und kehren dann zurück, um neue Wägen zu holen. Bei dieſer Rückkehr ohne Belaſtung wird folglich ein Theil ihrer Kraft ohne Nutzen verwendet. Man hat verſucht, dieſe Quantität verlorner Kraft auf die Weiſe zu erſparen, daß man die Pferde in beweglichen Ställen auf vier Rädern ſammt den beladenen Wägen bergab laufen ließ. Die Pferde gewöhnen ſich ſehr bald an dieſe Art der Reiſe, und wenn ſie durch dieſen Transport gar nicht ermüdet werden, ſo müſſen ſie noch einmal ſo viel Arbeit verrichten können, als

Digitized by Google

wenn man sie auf die gewöhnliche Weise unbelastet die Neigung hinabgehen läßt. Wir wollen z. B. annehmen, die Länge des Weges betrage 8 Kilometer und die Neigung 5½ Millimeter auf den Meter, so würde ein Pferd, welches den Tag über im Durchschnitte 30,000 Meter zurücklegen kann, auf dieser Bahn zweimal hinab und zweimal hinauf gelangen, und auf dem Rückwege jedesmal 6 leere Wägen ziehen. Es würde also 12 Wägen, und zwei Pferde würden 24 Wägen zurückfahren. Läßt man die Pferde in beweglichen Ställen bergab fahren, so werden diese beiden Pferde jedesmal 11 leere Wägen nebst ihrem beweglichen Stalle zurückfahren, welcher, wenn er für zwei Pferde eingerichtet ist, nicht mehr wiegt, als ein leerer Wagen. Wenn sie also durch das Hinabgehen nicht ermüdet werden, so können sie viermal bergan fahren und statt 24 Wägen 44 Wägen zurückschaffen. Aber selbst das Hinabfahren in den beweglichen Ställen verursacht ihnen immer einige Ermüdung, so daß man nur auf dreimaliges Hinabfahren und dreimalige Rückkehr rechnen kann, wodurch 33 Wägen bergan geschafft werden. Außerdem müßte man diesen Pferden in der Woche etwas mehr Ruhe gestatten, als bei ihrer gewöhnlichen Arbeit. Auf der Eisenbahn von Darlington z. B., wo dies System in Anwendung ist, ruht das Pferd den Sonntag und arbeitet an zwei andern Tagen der Woche nur halb so viel, als an den übrigen Tagen.

Sonach könnte man die Zahl der Wägen, sammt den beweglichen Ställen, welche zwei Pferde in einem Tage leer zurückfahren können, im Durchschnitt auf 30 herabsetzen. Bei dieser Erfindung wird also die Arbeit der Pferde ¼ über ihre gewöhnliche Leistung gewähren; es müssen sich aber mehrere Umstände vereinigen, um diesen Vortheil wirklich zu realisiren. Es muß z. B. die Eisenbahn die oben angegebene

Digitized by Google

Länge haben, oder die Pferde müssen mehrmals gewechselt werden, damit nicht ein solcher Rücktransport dieselben zu sehr ermüde, indem sie, kaum auf dem höchsten Punkte angelangt, schon wieder im beweglichen Stalle zurückkehren müssen. Damit dieses nun ohne Verzug geschehen könne, macht sich eine große Regelmäßigkeit in der Bedienung der Transporte nothwendig; denn, wenn eine Verzögerung im Abgange der beladenen Wägen stattfindet, so vergeht der Tag, ohne daß die Pferde die leeren Wägen so vielmal, als bestimmt worden ist, zurückfahren können. Diese absolute Regelmäßigkeit im Abgange der Transporte ist nun sehr schwierig auf einer für öffentliche Benutzung bestimmten Eisenbahn zu erlangen und kann nur aufs Vollständigste auf einer solchen Eisenbahn erlangt werden, welche für die specielle Benutzung eines Hüttenwerks, oder einer Steinkohlengrube bestimmt ist. In der Regel ist es für den Dienst auf einer solchen Eisenbahn äußerst vortheilhaft, wenn die Wirkung der bewegenden Kraft durch keine fremde Ursache unterbrochen wird. Aus diesen Berücksichtigungen hat man auf der Eisenbahn von St. Etienne nach Lyon die beweglichen Ställe aufgegeben; auf der Eisenbahn von Darlington sind sie indessen noch im Gebrauche. Sie machen eine gewisse Zahl von Ausweichungen an den Abladepunkten, wo die Wägen stehen, nothwendig, denn man muß leicht den beweglichen Stall vom eben angekommenen Transporte, der wieder zurückgeschafft werden soll, trennen können.

Wenn die Pferde zum Transport leichter Wägen, oder sogenannter Diligencen benutzt werden, so darf man keine größere Geschwindigkeit verlangen, als eine Strecke von 4 Stunden in der Stunde zurückzulegen, wobei die Last auf einen Widerstand von 25 — 30 Kilogramm reducirt werden muß. Unter dieser Vor-

Digitized by Google

aussetzung muß man die Pferde alle halbe Stunden wechseln und darf sie täglich nicht mehr, als eine Wegstrecke von 4 Stunden zurücklegen lassen; sonst können sie diese Art der Anstrengung nicht lange aushalten. Der auf diese Weise resultirende Effekt wird ausgedrückt durch 30 Kilogramm, 20,000 Meter hoch gehoben, oder durch 600,000 Kilogramm 1 Meter hoch gehoben. Dieses ist etwas mehr, als der dritte Theil des Effektes, den ein Pferd leistet, wenn es in seinem gewöhnlichen Schritte arbeitet, d. h. 3600 Meter in in der Stunde zurücklegt.

Ein Zugpferd kostet mit Einschluß seines Führers täglich in der Regel 5 Fr., und um diesen Preis kann man mit dieser bewegenden Kraft 9 Tonnen Waaren auf einer horizontalen Bahn 30 Kilometer weit transportiren, so daß also die Tonne, 1 Kilometer weit zu transportiren, noch nicht ganz 2 Centimen kostet. Da man aber häufig die Wägen leer zurückschaffen muß und da wegen zufälliger Unregelmäßigkeiten und Krümmungen, welche jede Eisenbahn darbietet, die Last von 9 Tonnen zu groß ist, so kommt gewöhnlich die Fracht einer Tonne auf den Kilometer 3 Centimen zu stehen.

Ein Pferd, für den Transport von Reisenden bestimmt, kostet täglich wenigstens 6 Franken und der Preis, um welchen ein Reisender transportirt werden kann, richtet sich nach der Zahl der Reisenden, welche zu transportiren sind, und ist folglich außerordentlich verschieden.

Digitized by Google

Zweites Kapitel.

Ueber die Schwerkraft, oder über die selbstwirkenden schiefen Flächen.

Wir haben gesehen, daß, wenn die Neigung einer Eisenbahn mehr beträgt, als 5 Millimeter auf den Meter, die Wägen vermöge ihrer eignen Schwere auf einer solchen geneigten Fläche hinabrollen. So lange die Neigung nicht über 14 oder 15 Millimeter auf den Meter beträgt, können die Wägen auf diese Weise in ganzen Transporten auf die geneigte Fläche gebracht werden, indem ihre Geschwindigkeit mittelst der beschriebenen Bremsvorrichtungen regulirt wird; aber sobald die Neigung beträchtlicher ist, kann eine schreckliche Beschleunigung der Bewegung eintreten, und sowohl die Bremsvorrichtungen, als die Menge von Menschen, die angewendet werden müßten, um die Geschwindigkeit zu reguliren, würden bei großen Kosten eine geringe Bürgschaft für die Sicherheit des Transportes gewähren. Man pflegt dieses Uebermaß der Geschwindigkeit auf die Weise zu benutzen, daß man ein Gegengewicht heben läßt, und ist so auf den Gedanken gekommen, die Kraft der hinabfahrenden Wägen für den Zweck zu benutzen, andere Wägen bergan zu ziehen, nämlich mittelst eines Taues, welches am höchsten Punkte der geneigten Fläche über eine Rolle geschlagen, mit dem einen Ende am hinabfahrenden Transporte und mit dem andern an den Wägen befestigt ist, welche bergan gezogen werden sollen. Eine solche Vorrichtung ist besonders auf solchen Eisenbahnen anwendbar, auf welchen die Ausbeute der Kohlengruben transportirt zu werden pflegt; denn solche Gruben liegen in der Regel viel höher, als die Flüsse, auf welchen die Einschiffung derselben stattfindet, und die Kohlenwägen kehren jedesmal leer

Digitized by Google

zurück. In der Gegend von Newcastle und von Sunderland findet man eine Menge solcher geneigten Flächen, welche die Engländer selfacting planes (selbstwirkende Flächen) nennen.

Diese geneigten Flächen haben am untern Theile eine einzige Bahn, welche in der Hälfte ihrer Länge in zwei parallele Bahnen ausläuft, von denen jede nicht über 30 oder 40 Meter lang ist; weiter oben reduciren sie sich auf drei parallele Geleise, welche bis zum höchsten Punkte der Neigung fortlaufen. Hier (siehe Fig. 16.) ist unter der Erde eine große gußeiserne Rolle, oder Scheibe, angebracht, deren Durchmesser etwas größer, als der Abstand zweier Geleise ist. Ueber diese Rolle ist ein Tau geschlagen, welches mit dem einen Ende an den obern Transport und mit dem andern an demjenigen Wagentransporte befestigt ist, welcher bergauf gezogen werden soll. Dieses Tau liegt längs der ganzen geneigten Fläche in Abständen von etwa 7 Meter auf gußeisernen Leitungsrollen. Auf jeder besondern Bahn findet man eine Reihe dieser Rollen und eine einzige auf der einfachen Bahn am untern Ende der geneigten Fläche.

Angenommen nun, das Tau sei an zwei Transporten befestigt, von welchen der eine belastet und auf dem obersten Punkte der geneigten Fläche eben bereit ist, abzufahren, der andere hingegen leer und unten auf der einfachen Bahn aufgestellt ist. Wird nun der hinabfahrende Transport in Bewegung gesetzt, so zieht er, ungeachtet der Reibung auf der großen Scheibe des Aufzuges und auf den kleinern Leitungsrollen, das Tau empor, und wenn die Neigung ziemlich beträchtlich ist, so zieht er die leeren Wägen bis an die Stelle, wo die drei obern Schienengeleise sich in vier Geleise ausbreiten. Hier gehen die beiden Transporte an einander vorüber, und für diesen Zweck ist unten an der Ausweichungsbahn eine bewegliche

Digitized by Google

Zunge angebracht, um den bergan fahrenden Transport auf die Bahn zu leiten, welche er einschlagen soll. Der belastete Transport verfolgt die einfache Bahn am untern Ende der geneigten Fläche; der bergan fahrende Transport verfolgt die Richtung, die ihm das Tau gibt, an welchem er befestigt ist, und gelangt auf den höchsten Punkt der geneigten Fläche und zwar an eine Stelle, wo die Neigung aufhört und der Transport stille steht; denn er wird nicht mehr durch die Kraft des bergabfahrenden Transportes fortbewegt, der ebenfalls eine ebene Fläche erreicht hat und folglich keine Zugkraft mehr ausüben kann.

Wenn man einen Blick auf Fig. 16. wirft, so wird man die Art der Ausweichung erkennen, die auf der Höhe der geneigten Fläche angebracht ist, um die gegenseitige Behinderung der leer zurückgekehrten Wägen und der frisch beladenen zu verhindern, die eben auf die geneigte Fläche gebracht werden sollen.

Die punktirten Linien zeigen die Geleise an, welche über die große Scheibe des Aufzuges laufen. Da die abfahrenden und zurückkehrenden Transporte sich erst auf der Mitte der geneigten Ebene begegnen können, so ist leicht zu begreifen, daß nur an dieser Stelle eine Ausweichungsbahn vorhanden zu seyn braucht und daß unterhalb derselben nur eine einfache Bahn nöthig ist. Oben, oder vielmehr über der Stelle, wo die Transporte sich begegnen, sind drei parallele Schienengeleise angebracht, so daß das mittlere abwechselnd von den auf der rechten, oder auf der linken Seite sich befindlichen Transporten benutzt wird; dieses geschieht aber deshalb, weil bei einer einfachen Bahn der hinabfahrende Wagen an der Ausweichungsstelle seinen Weg über das Tau hinwegnehmen müßte, welches den rückkehrenden Transport zieht. Ein solcher Uebergang nun könnte nicht ohne große Nachtheile stattfinden, zu denen auch eine sehr rasche Abnutzung

Digitized by Google

des Taues mit gehören würde. Es muß auch noch bemerkt werden, daß die bewegliche Zunge, welche den untern Transport in die Ausweichungsbahn leitet, durch den vorher herabgerollten Transport sich immer in der gehörigen Richtung befindet; dieses wird man erst dann begreifen, wenn man berücksichtigt, daß die bergab fahrenden Transporte auf der obern Bahn bald rechts, bald links fahren und auf diese Weise mit den rückkehrenden Transporten abwechseln. Ein, jedem Transport beigegebener Mann regulirt im Nothfalle die Bewegung des Transportes mittelst einer Bremse, welche er sogleich in Wirksamkeit setzen kann.

Die gußeisernen Rollen, welche das Tau tragen und leiten, sind von verschiedener Gestalt, je nachdem sie auf einem geradlinigen Theile der Bahn, oder auf einem krummlinigen, angebracht werden sollen. Die Rollen auf geradlinigen Theilen der Bahn haben ungefähr 1 Fuß Durchmesser nebst einer Kehle von 14 Centimeter Breite und 6 Centimeter Tiefe. Sie sind auf einer eisernen Axe aufgezogen, deren Durchmesser man soviel wie möglich vermindert und zwar aus demselben Grunde, weshalb man den Durchmesser der Radaxen im Verhältnisse zu demjenigen der Räder vermindert, um nämlich die Reibung der Wägen zu vermindern. Hier ist blos das Tau der bewegliche und die Rolle der befestigte Theil, während im andern Falle die Schiene der befestigte und der Wagen der bewegliche Theil ist. Man hat die Axe der Rollen bis auf 1 Centimeter Durchmesser vermindert, so daß das Verhältniß der Axe zur Rolle ungefähr $\frac{1}{33}$ beträgt, während dasjenige der Radaxen zu den Rädern nur $\frac{1}{11}$ beträgt. In der Regel richtet man auch die Rolle so ein, daß sie frei um ihre Axe spielt, um dadurch noch mehr die Reibung zu vermindern.

Digitized by Google

In den krummen Theilen der Bahn bemerkt man an dem Taue gar sehr das Streben, die Rolle zu verlassen und sich wieder in die gerade Linie zu begeben. Um diesem Streben entgegen zu wirken, gibt man den Kehlen an der äußern Seite der Krümmung eine Neigung und verlängert den obern Rand der Kehle, um das Tau an seiner Stelle zu erhalten; oder man ersetzt auch die Rollen durch vertikale Cylinder, welche an den beiden Enden mit einem kleinen Rande versehen sind, damit das Tau nicht herabfallen, oder sich oben über den Cylinder schieben kann.

Fig. 26 und 27. stellen die Rollen geradliniger Bahnen im Standriß und Grundriß dar; Fig. 28 und 29. die Cylinder krummliniger Bahnentheile, oder die Rollen mit vertikaler Axe. Die Träger dieser beiden Arten von Rollen können auf hölzernen Querriegeln befestigt seyn; aber weit besser befestigt man sie auf steinernen Würfeln, oder Steinblöcken. Der gegenseitige Abstand der Rollen auf geradlinigen Bahnentheilen beträgt ungefähr 7 Meter. Der Abstand vertikaler Rollen wird durch den größern, oder kleinern Radius der Curve, bestimmt.

Die Stärke der Taue ist je nach der Neigung der Fläche und der Last, welche daran befestigt werden soll, verschieden. Sie haben in der Regel wenigstens 4 Zoll Umfang und dauern 9 — 12 Monate, indem sie sich durch die Reibung, welche sie theils auf der großen Scheibe des Aufzuges, theils auf den kleinen Leitungsrollen erfahren, sehr rasch abnutzen.

Um den Betrag dieser Reibung zu bestimmen, hat Herr Wood eine Reihe von Versuchen angestellt, deren Princip darin bestand, genau die Zeit zu bemerken, welche ein Transport von einem bestimmten Gewicht braucht, um einen andern Transport von ebenfalls bekanntem Gewicht auf den höchsten Punkt

Digitized by Google

einer geneigten Fläche zu bringen, deren Neigung und Länge ebenfalls bekannt sind. Mittelst dieser Angaben und der gewöhnlichen Formeln, welche die Mechanik zur Berechnung der Bewegung zweier Körper darbietet, welche auf einer geneigten Fläche so mit einander verbunden sind, hat Herr Wood den Betrag des Widerstandes ausgemittelt, den die Bewegung des Taues und die Umdrehung aller Rollen erzeugen. Dieser Betrag differirt, wie sich leicht ermessen läßt, je nach dem Durchmesser des Taues und seinem hygrometrischen Zustande; je nach dem Durchmesser der Leitungsrollen und ihrer Axen; und endlich je nach der mehr oder weniger geradlinigen Richtung der geneigten Fläche. Die mittlere Durchschnittszahl, welche Herr Wood gefunden hat, beträgt bis $\frac{1}{17}$ des Gewichtes des Taues. Andere Beobachtungen sind in dieser Hinsicht von den Commissarien der Liverpooler Eisenbahn-Compagnie, Herren Walker und Rastrick, gemacht worden, denen der Auftrag geworden war, die beste Art der bewegenden Kraft auszumitteln, welche zur Fortbewegung der Transporte auf dieser Bahn anzuwenden wäre. Ihre Durchschnittszahl erreicht etwa $\frac{1}{20}$ des Gewichtes des Taues, aber Herr Stephenson hat auch dieses Resultat bestritten und bewiesen, daß diese Reibung oft bis $\frac{1}{12}$ und sogar bis $\frac{1}{10}$ der Schwere des Taues betrage. Wie überhaupt in der Praxis, so muß man auch hier für einen Ueberschuß der Kraft Sorge tragen, um eines regelmäßigen Dienstes der gewählten bewegenden Kraft sicher zu seyn, und deshalb wollen wir letztere Zahl für den Werth der Reibung des Taues auf den geneigten Flächen annehmen.

Die selbstwirkenden Flächen mit der schwächsten Neigung in England findet man auf der Eisenbahn, auf welcher die Ausbeute der Steinkohlengrube zu Hetton nach Sunderland geschafft werden. Diese

Digitized by Google

Eisenbahn ist übrigens unter allen englischen Eisenbahnen, auf welchen der Aufzug angewendet wird, am meisten vervollkommnet. Die Fläche von der geringsten Neigung zu Hetton hat doch immer 0,028 Meter Gefäll auf den Meter. Ihre Länge beträgt etwa 800 Meter, beinahe in ganz gerader Linie. Man läßt hier in der Regel 7 beladene Wägen bergab fahren, welche 7 andere bergauf ziehen. Das Tau hat 5 englische Zoll, oder ungefähr 125 Millimeter Umfang. Man kann die Neigung dieser Ebene als die untere Grenze betrachten, bei welcher man geneigte Ebenen, auf denen sich die Wägen von selbst bewegen, anwenden kann. Höchstens könnte man dieses noch bei einer Neigung von 25 Millimeter auf den Meter anwenden; aber bei einer noch geringern Neigung werden der Widerstand selbst ganz schwacher Krümmungen, die größere oder geringere Reinheit der Schienen, das mehr oder weniger gute Schmieren der Wägen und die vom Tau absorbirte Feuchtigkeit zu merkliche Ursachen des Widerstandes abgeben, um auf dergleichen geneigten Flächen einen guten und regelmäßigen Gang der Wägen erwarten zu können.

Wenn die Neigung dieser Flächen zunimmt und z. B. 4 oder 5 Centimeter auf den Meter beträgt, so besitzt der abfahrende Transport einen Ueberschuß der Kraft, so daß er eine noch größere Zahl leerer Wägen, oder eine gleiche Zahl von Wägen mit einer gewissen Belastung bergan ziehen kann. Das Tau muß nur stark genug seyn, um die Spannung, die es erfährt, aushalten zu können. In der Regel wird die durch die Schwere des bergabfahrenden Transportes erzeugte Bewegungskraft demjenigen Theile dieses Gewichtes gleich seyn, welches bergab zerlegt worden ist, minus der Reibungen der Wägen und des Taues und des Gewichtes des letztern. Nehmen wir z. B. eine geneigte Fläche mit einem Gefäll von 4

Digitized by Google

Centimeter auf den Meter und von 500 Meter Länge an, auf welcher Transporte von 6 beladenen Wägen bergab laufen, so müßte 1 Meter des Taues 3 Kilogramm wiegen und das Tau überhaupt eine Länge von 520 Meter haben, wegen der ebenen Theile, welche am Ende der geneigten Fläche liegen.

Man hätte alsdann:	Kilogr.
Zerlegtes Gewicht der Wägen $6 \cdot 4\,\text{T.} \cdot \frac{4}{100} =$	960
Reibung der Wägen $6 \cdot 4\,\text{T.} \cdot \frac{5}{1000} =$	120
Reibung des Taues $\frac{520 \cdot 3\,\text{Kil.}}{10} = \frac{1560}{10} =$	156
Summe der Reibung	276
Zerlegtes Gewicht des Taues $1560 \cdot \frac{4}{100} =$	62
Summe . . .	338 . . 338
Bewegende Kraft . . .	Kilogr. 622

Der Widerstand eines leeren bergauf fahrenden Wagens wird betragen:

Widerstand von d. Reibung 1000 Kil. $\times \frac{5}{1000} =$	5 Kil.
Widerstand von der Neigung 1000 Kil. $\times \frac{4}{100} =$	40 Kil.
Summe	45 Kil.

Sechs leere Wägen würden also einen Widerstand von 270 Kilogramm erfahren.

Bewegende Kraft des bergab fahrenden Transportes	622 Kil.
Widerstand des leeren bergan fahrenden Transportes	270 "
Ueberschuß der Kraft . . .	352 Kil.

Diese Zahl würde nun dem Widerstande von 8 leeren Wägen gleich seyn, welche dieselbe Steigung hinan fahren. Wenn also der rückkehrende Transport auf den Wägen mit 1 Tonne belastet wäre, so würde er leicht bergan gezogen werden. Führt man die Belastung des rückkehrenden Transportes ein, so muß

man sich immer vor der Wahrscheinlichkeit der Zerreißung des Taues sicher stellen, weil ein solcher Zufall die schlimmsten Folgen haben kann, und deshalb muß man, wenn man zugleich einen regelmäßigen Gang auf einer solchen geneigten Fläche sichern will, ohne Rücksicht auf den mehr, oder weniger reinlichen Zustand der Schienen, den rückkehrenden Transport immer weit schwächer belasten, als die Rechnung es ergibt.

Wenn die selbstwirkende schiefe Fläche auf der Eisenbahn einer Steinkohlengrube angebracht ist, so gibt es für den Rücktransport der Wägen keine Belastung, und man kann folglich die belasteten Wägen nicht durch die leeren Wägen äquilibriren. Ist die Neigung beträchtlich, so muß man die Geschwindigkeit des hinabrollenden Transportes durch sehr mächtige Bremsvorrichtungen hemmen, die im Falle der Noth sogar im Stande sind, jede Bewegung aufzuheben. Eine sehr sinnreiche Einrichtung dieser Art ist auf der Eisenbahn der Steinkohlengrube des Gourd-Marin bei Rive-de-Gier (im Departement der Loire) eingeführt. Der Grundsatz, auf welchem diese Bremsvorrichtung beruht, besteht darin, als Widerstandsmittel die Reibung von zwei Mühlsteinen, wie man sie in Mahlmühlen anzuwenden pflegt, zu benutzen. Das Tau rollt sich deshalb auf einer Trommel auf, deren Welle durch einen feststehenden Mühlstein läuft und zu gleicher Zeit einen sogenannten Läufer trägt, welchen man dem festliegenden Mühlsteine mehr oder weniger nähert, je nachdem man die Reibung verstärken, oder vermindern will. Dieses wird auf dieselbe Weise, wie in den gewöhnlichen Dampfmühlen bewerkstelligt, indem sich nämlich die Welle in einem Zapfenlager dreht, welches am Ende eines beweglichen Hebels befestigt ist, den man mehr oder weniger hebt. Soll ein Transport in Bewegung gesetzt werden, so hebt man den Hebel sehr stark, und

Digitized by Google

der Läufer trennt sich von seinem Bodensteine. Sobald die Wägen im Gange sind, senkt man den Hebel dergestalt, daß die Reibung der beiden Mühlsteine allmälig hergestellt wird. Mittelst dieser Vorrichtung kann man zwei beladene Wägen, selbst ohne Gegengewicht auf einer schiefen Fläche hinablaufen lassen, deren Neigung 30 Centimeter auf den Meter beträgt.

Diese schiefen selbstwirkenden Flächen erheischen, wenn sie von einiger Ausdehnung sind, vier Mann zur Bedienung, nämlich zwei zur Leitung der Transporte, und zwei, welche die sich umdrehenden Trommeln beaufsichtigen und die Transporte an den beiden Enden der geneigten Fläche vorrichten. Damit nicht in der Dienstleistung ein Irrthum vorfalle, muß man immer am obern Punkte wissen, ob der Transport am untern Punkte der geneigten Fläche ans Tau gehängt ist; aber die Zufälligkeiten des Terrains gestatten häufig nicht, von dem einen Ende der schiefen Fläche bequem das andere zu erkennen. In diesem Falle wird am untern Standpunkte ein Telegraph von solcher Höhe angebracht, daß man ihn vom obern Standpunkte aus gut sehen kann; oder man läßt auch an der Seite der Eisenbahn eine Schnur laufen, welche über mehrere Rollen geschlagen ist, und indem man dieselbe am untern Ende der Bahn in Bewegung setzt, läßt sie am obern Ende der geneigten Ebene eine Glocke ertönen, oder gibt sonst ein anderes Zeichen.

Diese Art des Dienstes scheint sehr ökonomisch zu seyn, weil dabei nur einige Leute beschäftigt werden, jedoch muß man zum Tagelohn dieser Leute noch die Abnutzung und die Ausbesserung des Taues, die Unterhaltung der Bremsen, der Rollen und des Schmierens derselben rechnen. Nimmt man z. B. eine geneigte Fläche von 1000 Meter, die auf den Meter eine Neigung von 3 Centimeter hat, so ist ein Tau erforderlich, welches 3000 Franken kostet und wovon der Meter wenigstens 2 Kilogramm wiegt. Ein sol-

Digitized by Google

ches Tau dauert höchstens 1 Jahr, und es kommen folglich auf den Tag 6 Franken für seine tägliche Abnutzung, wobei der Verkaufspreis des alten Taues schon in Abzug gebracht ist. Wir wollen nun annehmen, daß die Transporte auf dieser geneigten Fläche aus 6 Wägen bestehen, so daß die Zahl der Wägen, wegen der Neigung der Fläche, etwas geringer ist, als auf der oben erwähnten schiefen Fläche, die eine Neigung von 28 Millimeter auf den Meter besaß; wir wollen ferner annehmen, daß die Wägen in einer Viertelstunde hinabrollen, mit Einschluß der Zeit zum Aufhalten, und daß die Arbeitszeit 10 Stunden daure: so werden im Ganzen den Tag über 240 belastete und 240 leere Wägen die Bahn passiren, was, wenn man 3000 Kilogramm Steinkohlen auf den Wagen rechnet, für einen ganzen Tag 720 Tonnen gibt.

Die täglichen Kosten sind nun folgende:

4 Arbeiter à 2 Fr.	8 Fr.	— Cent.
Für Abnutzung des Taues . . .	6 "	— "
Von den Rollen kostet an Ort und Stelle das Stück 15 Fr. und man braucht zwei Reihen Rollen auf der Hälfte der Länge, folglich, wenn man die Rollen in Abständen von 7 Meter anbringt, 140 • 15 = . . .	2100 Fr.	
Ferner auf 500 Meter noch eine Reihe Rollen 70 • 15 =	1050 "	
	3150 Fr.	
Interessen dieser Summe zu 10 Procent	315	
Rechnet man noch hinzu das Schmieren der Rollen, so hat man für 300 Arbeitstage . . .	500 Fr.	
oder für den Tag	1 Fr.	66 Cent.
Summe . .	15 Fr.	66 Cent.

Digitized by Google

Der Transport von 5720 Tonnen kostet also auf 1000 Meter 15 Fr. 66 Cent., so daß also eine Tonne 1 Kilometer weit zu transportiren ungefähr 2 Centimen kostet.

Wenn nun derselbe Dienst durch Pferde und Menschen hätte besorgt werden sollen, so daß letztere mittelst Bremsvorrichtungen die Bewegungen der Wägen regulirt und die Pferde die leeren Wägen zurückgeschafft hätten, so würde, wenn wir annehmen, daß bei Anwendung der oben beschriebenen Bremsvorrichtungen das Hinabrollen der Wägen wenig Kosten verursacht, der Rücktransport durch Pferde allein sehr theuer gekommen seyn, denn der Widerstand, den der leere Wagen zu überwinden hat, beträgt:

Reibung	5 Kilogr.
Zerlegtes Gewicht des Wagens 1 Tonne $\times \frac{3}{100}$	30 =
	35 Kilogr.

Wenn nun die Zugkraft eines Pferdes, wie wir früher auseinander gesetzt haben, durch 60 Kilogr. ausgedrückt wird, so wird die Zahl der Wägen, welche das Pferd leer bergan zu fahren vermag $= \frac{60}{35}$ $= 1{,}72$ seyn. Nehmen wir nun an, daß zwei Wägen auf jedes Pferd gerechnet sind, so würde es bei 15maligen Hinabfahren und Zurückkehren den Tag über 30 Wägen bergan geschafft haben. Zu 240 Wägen täglich würden also 8 Pferde erforderlich gewesen seyn, welche, 1 à 5 Fr. täglich, betragen hätten . . . . . 40 Fr.

Jeder Wagenführer hätte jedesmal 4 Wägen mit doppelten Bremsen besorgen und also 15 Reisen machen können. Er

Latus . . 40 Fr.

Transport . .	40 Fr.
hätte also 60 Wägen hinabgeleitet, und für 240 Wägen hätte man 4 Mann haben müssen, was, jeder zu 2 Fr. täglich, betragen hätte	8 Fr.
Summe . .	48 Fr.

Der Aufwand würde also etwas mehr als dreifach größer gewesen seyn.

Da dergleichen geneigte Flächen nur für den besondern Fall anwendbar sind, wo die Waaren fast gänzlich nach einer einzigen Richtung transportirt werden, nämlich bergab, und wo die Neigung zugleich sehr beträchtlich ist, so wollen wir uns nicht weiter über diesen Gegenstand verbreiten.

Drittes Kapitel.

Feststehende Maschinen.

Das Umgekehrte des Falles, den wir so eben untersucht haben, ist dann gegeben, wenn alle Waaren an sehr steilen Steigungen hinaufgeschafft werden müssen, wozu die Kraft einer großen Menge von Pferden sich nöthig macht. In diesem Falle besteht der Widerstand 1) aus der Reibung der Wägen und ihrer Ladung; 2) aus dem Theil ihrer zerlegten Last auf der zu ersteigenden schiefen Fläche; 3) aus dem Theile des Gewichtes des Bewegungsmittels, welches ebenfalls auf dieser schiefen Fläche zerlegt wird. Der Einfluß dieser letztern Ursache der Verminderung des Nutzeffectes des Bewegungsmittels kann merklich modificirt werden, wenn man zum Berganziehen der Wägen auf geneigten Flächen eine feststehende Dampf-

Digitized by Google

maſchine auf dem höchſten Punkte der geneigten Fläche anwendet, welche ihre Kraft mittelſt eines Taues, das ſich um eine Trommel wickelt, bis zu den Wägen fortſlanzt. Haben erſt die beladenen Wägen den höchſten Punkt der geneigten Fläche erreicht, ſo hängt man an's Tau die leeren Wägen, welche ſich nach dem Orte begeben, wo ſie ihre Ladung erhalten, und ſind ſie einmal auf die geneigte Fläche gebracht, ſo ziehen ſie das aufgerollte Tau wieder hinab, und man hat es in der Gewalt, die Geſchwindigkeit ihrer Bewegung zu mäßigen. Da ſich bei dieſer Einrichtung die bewegende Kraft an einem einzigen Punkte concentrirt befindet, ſo kann derjenige Theil ihrer Kraft benutzt werden, welcher ſonſt durch das Berganſteigen des Motors verloren ging. Sie muß zwar, bei dieſer Art zu wirken, auch noch den Widerſtand beſiegen, welcher durch die Reibung des Taues auf den Leitungsrollen erzeugt wird. Dagegen wird aber die Zahl der nöthigen Arbeiter beträchtlich vermindert, und wenn man ſich in der Nähe von Steinkohlengruben befindet und folglich für die Dampfmaſchine ein ſo wohlfeiles Brennmaterial benutzen kann, ſo iſt die Erſparniß ſehr bedeutend. Dieſe neue Benutzung der Dampfmaſchine auf den Eiſenbahnen wurde auch ſehr bald in der Umgegend von Newcaſtle und zwar im Jahr 1808 eingeführt.

Wir brauchen hier nicht eine Beſchreibung der Dampfmaſchinen zu liefern, welche für dieſen Dienſt angewendet werden, denn es läßt ſich jede Art derſelben recht gut für den Zweck benutzen, das Tau, welches die Wägen auf der geneigten Fläche bergan zieht, um eine Trommel zu wickeln. Dieſes Tau liegt auf den bereits beſchriebenen Leitungsrollen, nur iſt es in der Regel ein wenig ſchwächer, als auf den Flächen, wo die Wägen von ſelbſt in Bewegung treten, denn es wird weniger angeſtrengt, indem es nicht

Digitized by Google

beständig gespannt ist, wie in dem andern Falle, wo zwei Lasten eine große Kraft auf die am höchsten Punkte der geneigten Fläche befindliche Scheibe ausüben und daselbst eine beträchtliche Reibung erzeugen. Die Dicke des Taues richtet sich nach der Last, welche bergauf gezogen werden soll und folglich nach der Steilheit der geneigten Fläche. Hier folgen einige Dimensionen, welche von geneigten Flächen in England entnommen sind:

	der laufende Meter
Neigung von 5 Centimeter auf den Meter. — Tau von 7 englischen Zollen Umfang wog	3,75 Kilogr.
Neigung von 25 Millimeter auf den Meter. — Tau von 5 englischen Zollen Umfang wog	1,85 Kilogr.
Neigung von 13 Millimeter auf den Meter. — Tau von 4 englischen Zollen Umfang wog	1,40 Kilogr.

Der Widerstand, den die Reibung des Taues auf der Trommel und auf den Leitungsrollen erzeugt, ist etwas geringer, als auf den schiefen Flächen, wo die Wägen blos durch ihre Schwerkraft sich bewegen. Hr. Wood macht darin keinen Unterschied und schlägt den Widerstand, den das Tau verursacht, im Durchschnitte zu $\frac{1}{17}$ seines Gewichtes an, ohne Rücksicht, ob es sich auf einer Fläche befindet, wo sich die Wägen in Folge ihrer Schwerkraft bewegen, oder ob es von einer Maschine in Bewegung gesetzt wird; aber den Bemerkungen zufolge, die wir weiter oben aufgestellt haben, thut man besser, um sich eines regelmäßigen Dienstes zu versichern, sich noch unter dieser Grenze zu halten und den Widerstand des Taues auf geneigten Flächen, wo feststehende Dampfmaschinen den Dienst besorgen, auf $\frac{1}{12}$ seines Gewichtes zu setzen.

Digitized by Google

Diese Art der Fortbewegung ist bis auf 3000 Meter Länge für ein einziges Tau ausgedehnt worden; ein solches Beispiel findet man auf der Eisenbahn von Hetton bei Sunderland. Diese Länge scheint das Maximum zu seyn, welches man nicht wohl überschreiten darf; denn schon im letztern Falle beträgt der Widerstand des Taues auf einer geneigten Fläche von 13 Millimeter Gefäll auf den Meter $\frac{4200}{12}$ oder 350 Kilogramm, also einen eben so großen Widerstand, als 5 an einander gehängte beladene Wägen auf derselben geneigten Fläche finden würden. Da an noch steilern Neigungen das Tau stärker seyn muß, so folgt daraus, daß die Länge desselben geringer sein muß und wenig über 1200 oder 1500 Meter sich erstrecken darf. Dieses letztere Verfahren gewährt zwei Vortheile, selbst wenn die Neigung gestattet, ein Tau von 3000 Meter Länge anzuwenden. Der eine Vortheil besteht darin, daß die Communication durch Zeichen von einem Ende des Aufzuges bis zum andern erleichtert wird und man genau den Moment angeben kann, wo die Maschine in Thätigkeit treten soll. Der andere Vortheil beruht darin, daß auf die ganze Strecke von 3000 Meter ein mittlerer Punkt gegeben ist, um hier die Feldwege anzubringen, welche vielleicht die Eisenbahn durchschneiden müssen. Denn wenn man diese Wege die Eisenbahn an derjenigen Stelle durchschneiden läßt, wo das Tau sich ausstrecken muß, so muß man letzteres in eine Furche des Bodens legen und dieselbe mit einer beweglichen Fallthür bedecken, die geöffnet oder zugemacht werden muß, wenn das Tau herausgenommen oder hineingelegt werden soll. Dieses macht nur neue Kosten und kann leicht Unglücksfälle für das Fuhrwerk herbeiführen, welches die Eisenbahn passirt.

Digitized by Google

Die von der Maschine bergauf beförderten Wägen werden gerade nach der Trommel hin gezogen, wo sich das Tau aufrollt, und es kommt etwas darauf an, daß man sie schnell und leicht vom Tau abnehmen kann, wenn sie auf der Höhe angelangt sind; denn sonst werden sie unter die Trommel gezogen und zertrümmern dieselbe, während sie selbst zertrümmert werden. Dieser Zweck wird mittelst einer Art von eiserner Zange erreicht (Fig. 11), die am ersten Wagen befestigt ist und mit welcher der vorn auf dem Wagen befindliche Mann das Tau im Augenblicke der Abfahrt ergreift. So lange er die Zange durch den Druck seiner Hand geschlossen hält, bleibt das Tau in der Zange; sobald aber der Wagen auf dem höchsten Punkte der Neigung angelangt und eine ebene Fläche erreicht hat, läßt er die Zange sich öffnen, wodurch das Tau derselben entzogen wird, und die Wägen, welche blos durch die erlangte Geschwindigkeit sich noch fortbewegen, treten leicht in die Verlängerung der Eisenbahn, welche neben der Rölle hinläuft.

Es kann sich auch zutragen, daß das Tau, während der Transport bergan gezogen wird, zerreißt; alsdann würden die Wägen mit großer Geschwindigkeit bergab rollen; ihre Geschwindigkeit würde in Folge der Neigung der Fläche auf eine schreckliche Weise beschleunigt werden, und daraus könnten die schlimmsten Zufälle entstehen. Um dieser Gefahr zu begegnen, hängt man an den letzten Wagen des Transportes eine eiserne Stange, welche zwei lange, auf dem Boden schleifende Schenkel trägt. Wenn das Tau zerreißt, so beginnen die Wägen eine rückläufige Bewegung, die immer langsam eintritt und erst nachdem die Geschwindigkeit der ansteigenden Bewegung erschöpft ist; aber alsdann greifen die Spitzen der beiden schleifenden Schenkel in die Erde ein, und der

Digitized by Google

Transport steht an der geneigten Fläche von selbst still.

Man hat bis jetzt noch kein wohlfeiles Mittel entdeckt, um die Unglücksfälle zu verhüten, die sich ereignen können, wenn das Tau während des Bergabfahrens zerreißt. Daraus ergibt sich die Nothwendigkeit, den Zustand des Taues aufmerksam zu bewachen und nicht den Durchmesser desselben allzu schwach zu machen, um die Reibung zu verhindern, welche das Tau bei seiner Bewegung erzeugt; denn ein einziger solcher Unglücksfall kann über 3 oder 4000 Franken kosten. Ist ein solches Tau zerrissen, so wird es auf dieselbe Weise wieder hergestellt, wie die zerrissenen Taue in den Bergwerken, nämlich mittelst des Zusammenspitzens.

Gewöhnlich ziehen die feststehenden Dampfmaschinen die beladenen Wägen der geneigten Fläche hinan und lassen die leeren Wägen auf dieser Fläche bergab gehen; man kann sich aber auch der Dampfmaschinen bedienen, um die Geschwindigkeit belasteter auf der ebenen Fläche hinabrollender Wägen zu mäßigen, indem man die Beschleunigung der Geschwindigkeit durch den Widerstand des Taues aufhält, welches sich mehr oder weniger langsam abwickelt. Wenn also in der Richtung einer anzulegenden Eisenbahn eine Anhöhe vorkommt mit zwei einander gegenüberliegenden Neigungen, so kann man, statt einen Stollen durch die Anhöhe zu treiben, auf dem höchsten Punkte derselben eine feststehende Dampfmaschine anbringen, welche auf der einen Seite die Wägen hinabrollen läßt, die sie auf der andern heraufgezogen hat, und so umgekehrt. Und wenn der Transport beträchtlich ist, so kann man unter der Voraussetzung, daß die Maschine hinlängliche Kraft besitzt, ihre Wirkung zwischen zwei Trommeln vertheilen, für jede geneigte Fläche eine gerechnet, so daß die Dampfma-

Digitized by Google

schine in demselben Augenblick einen Transport bergan zieht, während sie an der andern Seite einen Transport bergab fahren läßt. Es bedarf hierzu nur einer doppelten Verzahnung, welche mit der Welle des Schwungrades in Verbindung steht.

Aus dem eben Gesagten ergibt sich, daß der Dienst der feststehenden Dampfmaschinen im Allgemeinen durch Zerreißung des Taues, durch Verzögerung der Signale und den damit verbundenen Zeitverlust unterbrochen werden können. Geräth eine solche feststehende Dampfmaschine in Unordnung, so ist der ganze Dienst auf dieser Eisenbahn an diesem Punkte gehemmt. Und wenn auch diese Maschine nicht in Unordnung käme, so kann eine Unregelmäßigkeit im Dienste, z. B. in der Rückkehr der Wägen, die Rückkehr des Taues an der untern Station verhindern und so umgekehrt. Daraus ergibt sich nun, daß die Anwendung der feststehenden Dampfmaschinen zwar als nützlich zur Uebersteigung steiler Anhöhen betrachtet werden kann, daß man aber noch weit besser thut, wenn man der Eisenbahn eine Richtung gibt, um die Unbequemlichkeit solcher Anhöhen und eines für den Dienst lästigen Bewegungsmittels ganz zu vermeiden. Es läßt sich auch schwerlich eine Linie von einiger Länge denken, auf welcher von einer geneigten Fläche zur andern eine Reihe solcher Maschinen angebracht sind.

Die Arbeitskosten der feststehenden Dampfmaschinen bestehen aus den Interessen des Capitales der ersten Anschaffung und aus dem Aufwande für ihre Unterhaltung. Die nöthige Kraft der Maschine für eine gewisse Bahnstrecke wird nach der Länge dieser Strecke berechnet, oder nach der Entfernung, aus welcher sie die Transporte ziehen soll, und nach der Zahl der beladenen oder leeren Wägen, aus denen diese Transporte bestehen.

Digitized by Google

Um ein Beispiel zu geben, wollen wir annehmen:

1) Daß die Bahnstrecke 3000 Meter lang sei und ein Gefäll von 15 Millimeter auf den Meter besitze;

2) daß der tägliche Transport aus 600 Tonnen oder 600,000 Kilogramm bergan bestehe, während die Wägen leer zurückgehen, welcher Fall der günstigste für die Ersetzung der Pferde durch feststehende Dampfmaschinen ist;

3) daß die Geschwindigkeit der Wägen in der Sekunde 3 Meter betrage. Dieser Angabe nach werden die 3000 Meter von den Transporten in 15 Minuten durchlaufen. Mit der nöthigen Zeit für die Veränderungen des Weges und die Mittheilung der Signale wollen wir 20 Minuten rechnen, so daß in 12 Stunden die Maschine 18 Transporte bergan zieht und 18 auf der geneigten Fläche hinabrollen läßt. Da man nicht leicht annehmen kann, daß die Arbeit über 12 Stunden ohne Unterbrechung dauert, so müßte man für den Dienst, wie wir ihn angenommen haben, statt einer einzigen zwei Maschinen aufstellen, wenn die Schnelligkeit des Transportes vermindert werden sollte. Es müßte folglich eine doppelte Schienenbahn und eine doppelte Menge Rollen angelegt werden.

Die 600 Tonnen verlangen 200 Wägen von denen jeder mit 3 Tonnen belastet wird. Jeder Transport muß also aus $\frac{200}{18}$ oder 11 Wägen bestehen.

Der Widerstand dieses Transportes wird folgender seyn:

Reibung von 11 beladenen Wägen		
11 × 4 Tonn. × 0,005 . .	=	220 Kil.
Zerlegtes Gewicht an der Steigung		
11 × 4 Tonn. × 0,015 . .	=	660
		880 Kil.

Digitized by Google

Für einen solchen Widerstand muß man nach den Beispielen in England ein Tau von $4\frac{1}{2}$ Zoll Umfang haben, von welchem der laufende Meter 1,4 Kilogramm wiegt. Das Gewicht des Taues für 3000 Meter wird also 4200 Kilogramm wiegen, wovon man $\frac{1}{12}$ für Reibung auf den Leitungsrollen = 350 Kilogramm rechnet.

Widerstand des Taues	350	Kil.
Für die Zerlegung der Last des Taues 0,015 × 4200	63	
Totaler Widerstand	413	Kil.
Widerstand von den Wägen	880	
Widerstand vom Tau	413	
	1293	Kil.

Da die Kraft eines Dampfpferdes ausgedrückt wird durch 75 Kilogramm 1 Meter hoch in der Sekunde gehoben, oder durch 25 Kilogramm 3 Meter hoch in der Sekunde gehoben, und da unsere Geschwindigkeit 3 Meter in der Sekunde beträgt, so wird $\frac{1293}{25}$ die Zahl der Pferde seyn, welche die Maschine ersetzen muß. Die Maschine wird also eine Kraft von 52 Pferden besitzen, und um uns nicht zu irren, wollen wir sogar 55 Pferdekräfte rechnen.

Preiß der Anschaffung einer feststehenden Dampfmaschine von 55 Pferdekräften.

Eine Maschine, wie sie in England mit 800 Fr. auf die Pferdekraft bezahlt werden	44,000	Fr.
Trommel und Zahnräder . . .	5,000	—
Haus und Schlot der Maschine .	18,000	—
Reservoir und Haus des Maschinisten	6,000	—
	73,000	Fr.
450 Rollen aufzurichten à 15 Fr.	6,750	—
Summa	79,750	Fr.

Digitized by Google

Unterhaltungskosten einer feststehenden Dampfmaschine von 55 Pferdekräften.

	Täglich, das Jahr zu 300 regelmäßigen Arbeitstagen gerechnet.
Die Interessen von 79,750 Fr. zu 6 pr. C. betragen jährlich 4785 Fr., also täglich . .	15 Fr. 95 Cent.
Ausbesserung und Unterhaltung der Maschine, mit Einschluß des Kessels, der Roststangen, des Hanfes und der Schmiere à 25 Fr. auf die Pferdekraft, thut 1375 Fr.	4 Fr. 58 Cent.
Kohlen für die Maschinen, 8 Kilogramm auf die Stunde und auf die Pferdekraft gerechnet, 8 • 12 = 96, 96 • 55 = 5280 Kilogr., 100 Kilogr. kosten in der Nähe der Steinkohlengruben 40 Centimen	21 Fr. 12 Cent.
Ein Maschinist à 4 Fr. . .	4 Fr. — —
Ein Heizer à 2 Fr.	2 Fr. — —
Für Abnutzung der Rollen 200 Franken jährlich	— — 66 Cent.
Oel für die Rollen, 300 Fr. .	1 Fr. — —
Ein Arbeiter zum Schmieren .	2 Fr. — —
Vier Mann, um die Transporte zu führen und sie an Ort und Stelle zu bringen, à 2 Fr.	8 Fr. — —
Ein Tau von 4200 Kilogramm kostet, wenn man den Kilogramm zu 1 Fr. rechnet (wobei der Verkauf des alten Taues schon in Rechnung	
Latus	59 Fr. 31 Cent.

Digitized by Google

Transport	59 Fr.	31 Cent.
gebracht ist), 4200 Fr., Interessen zu 6 pr. C. 252 Fr.	— —	84 Cent.
Angenommen, die Linie sei von gehöriger Ausdehnung, so schlägt man in England die Abnuzzung des Taues zu 1 Cent. auf die 1 engl. Meile weit (1609 Meter) transportirte Tonne. Hier beträgt die ganze Entfernung 3000 Meter. Die tägliche Abnutzung wird also etwa auf 2 Centimen von der Tonne zu schätzen seyn, was für 600 Tonnen beträgt .	12 Fr.	— —
Summe	72 Fr.	15 Cent.

Für 72 Fr. und 15 Cent. transportirt man also 600 Tonnen 3000 Meter weit.

Angenommen nun, dieser Transport sey durch Pferde bewerkstelligt worden; jeder beladene Wagen biete einen Widerstand von $4 \times 25 = 100$ Kilogramm dar; und ein Pferd soll nur eine Kraftäußerung von 60 Kilogramm in seinem gewöhnlichen Schritte leisten können, so hätte man wenigstens 3 Pferde für zwei beladene Wägen haben müssen, und dennoch würde die Arbeit sehr schwierig gewesen seyn. Diese 3 Pferde würden 5mal bergauf und 5mal bergab gegangen seyn, im Ganzen 10 Reisen gemacht und 10 beladene Wägen gezogen haben. Für die 200 Wägen hätte man also $\frac{3}{10} \times 200 = 60$ Pferde haben müssen, und der Aufwand auf dieselben würde $5 \times 60 = 300$ Fr. betragen haben.

Die Wägen würden leer durch Menschen bergab geleitet worden seyn, aber ein einziger Mann hätte mehrere Pferde führen können; und da die Neigung

Digitized by Google

nicht sehr stark ist, so hätte ein anderer 20 und mehr leere Wägen bergab führen können. Die Neigung, welche wir bei der Berechnung der schiefen Ebene in Anschlag gebracht haben, auf welcher sich die Wägen durch ihre Schwerkraft bewegen, weil es sich damals vom Bergunterfahren beladener Wägen an einem sehr steilen Abhange handelte, kommt deshalb jetzt gar nicht in Ansatz.

Der Aufwand für die Pferde beträgt also auf 600 Tonnen 3000 Meter weit zu transportiren, 300 Fr., folglich fürs Kilometer und für die Tonne 16 Centimen. Bei den Maschinen beschränkt sich der Aufwand auf 4 Centimen. Die Pferde verursachen also einen vierfach größern Aufwand als die Maschinen. Aber das Verhältniß würde ganz anders seyn, wenn die Quantität der zu transportirenden Waaren veränderlich wäre und sich manchmal bis zur Hälfte verminderte.

Auf diese Weise werden die feststehenden Dampfmaschinen auf den Eisenbahnen angewendet. Aber man ist noch weiter gegangen: man hat sogar behauptet, daß es vortheilhaft seyn werde, selbst auf den horizontalen Eisenbahnstrecken eben solche feststehende Dampfmaschinen anzuwenden, deren Taue auf große Entfernungen sich erstrecken. Bei den für diesen Zweck angestellten Versuchen hat man die feststehenden Dampfmaschinen auf die Weise angewendet, daß immer ein Tau bereit war, die Wägen fortzuziehen, welche sich nicht mehr in Folge der eignen Schwerkraft in einer oder der andern Richtung bewegen konnten. Zum vollkommenen Verständnisse dieser Einrichtung machen sich einige Erklärungen nothwendig.

An den beiden Enden **A** und **B** jeder Station wird eine feststehende Dampfmaschine mit einer Trommel aufgestellt, um welche sich ein Tau von gleicher

Digitized by Google

Länge mit der ganzen Station aufwickeln kann. Angenommen nun, eins dieser Taue sei abgewickelt und auf der ganzen Linie von B bis nach A ausgebreitet, auch sey ein Transport am Punkte A bereit, in der Richtung nach B abzufahren: so hängt man das ausgebreitete Tau vorn an den Transport und hinten an denselben das andern Tau, welches auf der Trommel der Maschine A noch aufgewickelt ist. Alsdann zieht die Maschine B den Transport, während sich das ausgestreckte Tau auf die Trommel wickelt, und die Maschine A rollt das Tau ab, welches um ihre Trommel geschlagen war und jetzt der progressiven Bewegung des Transportes folgt, so daß, wenn der Transport in B angelangt ist, das erste Tau aufgerollt und das zweite ausgestreckt ist. Alsdann nimmt man das Tau vom Transport, und wenn ein anderer bereit ist, von B nach A abzugehen, so befestigt man ans vordere Ende desselben das zweite Tau und an das hintere Ende desselben das erste Tau. Alsdann zieht die Maschine A den Transport und die Maschine B rollt nach und nach das erstere Tau ab, welches dem zweiten Transporte folgt und für einen dritten von A nach B abgehenden Transport ausgespannt wird. Diese Art zu verfahren, nennt man auch wohl das wechselwirkende System.

Um den Aufwand einer solchen Einrichtung zu veranschlagen, wollen wir annehmen, daß auf einer horizontalen Bahnstrecke von 3000 Meter täglich 900 Tonnen in einer einzigen Richtung zu transportiren wären, so daß die Wägen leer zurückkehren müßten und daß folglich diese 900 Tonnen auf 300 Wägen à 3 Tonnen fortgeschafft werden könnten. Wollte man Pferde anwenden, so müßte man von je zwei und zwei Pferden immer 5 beladene Wägen ziehen lassen, und alsdann kämen diese Pferde mit denselben

Digitized by Google

Wägen leer zurück. Wenn ein Pferd im Zug etwa 3000 Meter täglich zurücklegt, so kann man annehmen, daß es 12 Reisen oder 36 Kilometer zurücklegt, wenn es während der Hälfte des Weges nur wenig beladen ist. Die beiden Pferde werden also 6 Reisen mit 5 beladenen Wägen, und andere 6 Reisen mit 5 leeren Wägen machen, was im Ganzen 30 beladene und 30 leere Wägen gibt. Um die ganze Bewegung auszuführen, braucht man also $\frac{300}{30}$ Paar Pferde oder 20 Pferde, welche, jedes auf 5 Fr. gerechnet, 100 Fr. kosten, so daß der Transport einer Tonne auf 1000 Meter 3,7 Centimen kosten würde. Zu diesem Ansatze von 100 Fr. kommen noch 3 Fr., um die Bahn, auf welcher die Pferde sich bewegen, immer mit Sand bedeckt zu erhalten, so daß also die Kosten des Transportes 1 Tonne auf 1000 Meter Entfernung 3,81 Cent. zu stehen kommen.

Richtet man nun feststehende Dampfmaschinen an jedem Ende der Station auf, so haben sie verschiedene Widerstände zu besiegen, indem die eine die leeren, und die andere die beladenen Wägen zu ziehen hat. Uebrigens muß man, wie im vorhergehenden Beispiele, berücksichtigen, daß die Maschinen eine weit beträchtlichere Geschwindigkeit der Bewegung haben müssen, um das Maximum ihres Effectes zu leisten, als wenn der Transport durch Pferde bewerkstelligt wird; und man muß also die Zahl der Wägen jedes Transportes verhältnißmäßig reguliren.

Angenommen, daß die Wägen, wie im vorigen Beispiele, die 3000 Meter mit einer Geschwindigkeit von 3 Meter auf die Sekunde durchlaufen sollen, folglich den Weg in einer Viertelstunde, oder vielmehr in 20 Minuten zurückzulegen haben, wenn man 5 Minuten für die Zeit rechnet, welche beim Anhängen und Abhängen und bei der Veränderung des Ortes der Transporte verloren geht; so werden in 12 Ar-

Digitized by Google

beitsstunden 36 Reisen und zwar die Hälfte derselben mit leeren Wägen vollendet. Es werden also 18 Reisen mit beladenen Wägen gemacht, so daß jede Reise aus 17 Wägen besteht.

Jeder beladene Transport von 17 Wägen wiegt 4 Tonnen × 17 = 68 Tonnen.

Widerstand von der Reibung der 17 beladenen Wägen (68 Tonnen × 0,005) = ...	340 Kilogr.
Das Tau von 3000 Meter Länge muß 4½ Zoll Umfang haben und der laufende Meter wird ungefähr 1,40 Kil. wiegen. Sein Totalgewicht wird also 4200 Kil. betragen, wovon der zwölfte Theil beträgt 350.	
Widerstand von der Reibung des Taues	350 Kilogr.
Der ganze Widerstand =	690 Kilogr.

Die Kraft eines Dampfpferdes ist gleich einem Gewicht von 75 Kil. in der Sekunde 1 Meter hoch gehoben, oder gleich 25 Kil. in derselben Zeit 3 Meter hoch gehoben. Dividirt man nun den ganzen Widerstand 690 mit 25, so bekommt man die Zahl der Pferde, welche die Maschine repräsentirt, indem sie die beladenen Wägen zieht; diese Zahl beträgt 27½ und man kann annehmen 30, um nicht in Irrthum zu seyn.

Jeder leere Transport wiegt 17 Tonnen zu 1000 Kil. für den Wagen.

Widerstand von der Reibung der 17 leeren Wägen ($\frac{17000}{200}$ Kil.) . .	85 Kilogr.
Das zweite Tau hat gleich dem vorhergehenden eine Länge von 3000 Meter, braucht aber nicht so stark	
Latus	85 Kilogr.

Digitized by Google

Transport	85 Kilogr.
zu seyn, so daß man das Gewicht desselben für den laufenden Meter auf 1 Kilogr. reduciren kann; es wiegt also 3000 Kilogr., und es beträgt der zwölfte Theil dieser Schwere	250 Kilogr
Summa	335 Kilogr.

$\frac{335}{35} = 13{,}4$. Die zweite Dampfmaschine braucht also nur ungefähr 14 Pferdekräfte zu haben, und man kann sogar 15 Pferdekräfte annehmen, um keinen Fehler zu begehen.

Kosten der ersten Einrichtung des wechselwirkenden Systemes.

Eine gute Maschine von 30 Pferdekräften, wie man sie aus England bezieht, kostet wenigstens 1000 Pf. St. oder . .	25,000 Fr.	
Die Trommel und das Vorgelege 2000 Pf. St. oder	5,000 Fr.	
Haus für die Maschine und den Schlot	15,000 Fr.	
Wasserreservoir und Haus für den Maschinisten .	5,000 Fr.	
Eine Maschine von etwa 5 Pferdekräften . . .	15,000 Fr.	85,000 Fr.
Trommel und Vorgelege .	4,500 Fr.	
Haus für die Maschine und den Schlot	12,000 Fr.	
Wasserreservoir und Haus für den Maschinisten .	4,000 Fr.	
450 Rollen zu setzen à 15 Fr.		6,750 Fr.
	Summa	92,250 Fr.

Digitized by Google

Die Interessen von 92,250 Fr. müssen immer wenigstens zu 6 pr. C. gerechnet werden und betragen folglich 5535 Fr.

Täglicher Aufwand beim wechselwirkenden Systeme.

	Täglich.
Interessen von 92,250 Fr. zu 6 pr. C. thun 5535 Fr. für 300 Arbeitstage, folglich für den Tag	18 Fr. 45 Cent.
Ausbesserung und Unterhaltung der Maschinen mit Einschluß der Kessel, der Roststangen, des Hanfes, der Schmiere à 25 Fr. jährlich für die Pferdekraft, beträgt also für 45 Pferdekräfte der beiden Maschinen 1125 Fr. und täglich	3 Fr. 75 Cent.
Steinkohlen für die Maschinen bei täglich zwölfstündigem Arbeitsbetrieb: es kommen stündlich auf die Pferdekraft 8 Kilogramm, was für 12 Stunden 96 Kilogramm und für 45 Pferde 4320 Kilogr. beträgt; 100 Kilogramm kosten auf der Stelle, wo sie ausgebeutet werden, 40 Centimen	17 Fr. 28 Cent.
Zwei Maschinisten à 4 Fr. .	8 Fr. — —
Zwei Heizer à 2 Fr. . . .	4 Fr. — —
Vier Transportführer à 2 Fr. .	8 Fr. — —
Abnutzung der Rollen beträgt jährlich etwa 200 Fr. In England rechnet man 100 Fr.	
Latus	59 Fr. 48 Cent.

Digitized by Google

Transport	69 Fr. 48 Cent.
auf die engl. Meile einer einfachen Schienenbahn, folglich täglich	— — 66 Cent.
Oel für die Rollen 300 Fr. oder täglich	1 Fr. — —
Ein Mann zum Schmieren .	2 Fr. — —
Zwei Taue von 3000 Meter Länge, von denen das eine 4200, das andere 3000, folglich beide 7200 Kilogr. wiegen, kosten 1 Fr. der Kilogr., nachdem der Werth des alten Taues in Abzug gebracht ist; dieses beträgt 7200 Fr. und die Interessen davon zu 6 pr. C. betragen 432 Fr. oder täglich	1 Fr. 44 Cent.
Macht die Eisenbahn große Krümmungen, so schätzt man die Abnutzung der Taue auf 1 Cent. für die Tonne, welche 1 engl. Meile weit transportirt wird. Hier haben wir also 2 Cent. für die Abnuzzung auf jede Tonne, und für 900 Tonnen	18 Fr. — —
Summa	82 Fr. 58 Cent.
Der tägliche Aufwand für die Pferde beträgt	103 Fr. — —
Derjenige für die feststehenden Dampfmaschinen beträgt . .	82 Fr. 58 Cent.
Differenz	20 Fr. 42 Cent.

Dieses beträgt für die Tonne und das Kilometer: —

Digitized by Google

Pferde $\left(\frac{103}{900 \times 3}\right)$ . . . = 0,0380 Fr.

Maschinen $\left(\frac{82,5}{900 \times 3}\right)$ . . = 0,0306 Fr.

Differenz 0,0074 Fr.

Bei den Maschinen würde man also jährlich eine Ersparniß von ungefähr 6000 Fr. machen.

Der Vortheil, den das wechselwirkende System im Vergleiche zur Anwendung der Pferde gewährt, ist also selbst bei einem beträchtlichen und regelmäßigen Transporte ziemlich gering, und sicherlich kann ein ähnlicher Vortheil nicht zu einem Aufwande von 90,000 Fr. für 3000 Meter, oder zu 30,000 Fr. für 1000 Meter bestimmen. Wir hätten kleinere Entfernungen annehmen können, z. B. von 1500 Meter, wodurch das Gewicht des Taues für jeden laufenden Meter und auch die Kraft der beiden, an den Enden der Station aufgestellten Dampfmaschinen vermindert worden wäre; aber dann hätte man eine dritte Maschine in der Mitte der 3000 Meter haben müssen, wodurch die jährlichen Interessen der ersten Einrichtung vermehrt worden wären, weil Häuser, Trommeln ꝛc. hätten gebaut werden müssen. Auch hätte man noch einen Mechanikus und noch einen Heizer mehr bezahlen müssen, so daß die beiden Rechnungen einander beinahe gleichgekommen seyn würden.

Soll das System der Gegenseitigkeit mit einigem Erfolg eingeführt werden können, so müssen die Abgänge der Transporte auf eine äußerst regelmäßige Weise stattfinden; die Steinkohlen müssen sehr wohlfeil seyn; es dürfen keine Wege die Eisenbahn durchschneiden, sonst müßte man Leute anstellen, welche das Tau unter die Fallthür legen und nachher wieder hervornehmen; und wenn diese Bedingungen alle

Digitized by Google

erfüllt werden, so hätte man dennoch eine Unterbrechung des Dienstes bei Zerreißung der Taue zu befürchten.

Daraus geht hervor, daß dieses System sich blos für besondere Oertlichkeiten eignet und sich nicht über mehr, als eine oder zwei Stationen hinaus verbreiten kann, ohne daß die Unterbrechungsfälle im allgemeinen Dienste zu merkbar würden. Auch hat man dieses System bis jetzt nur auf zwei Eisenbahnen bei Newcastle angewendet, und zwar auf denen, wo die Ausbeute der beiden Gruben von Hetton und von Brunton fortgeschafft wird. Man hat es auch für die Eisenbahn von Manchester nach Liverpool vorgeschlagen, aber es wurde nach einer strengen Erwägung seiner großen Unbequemlichkeiten verworfen. Man hätte sonst 17 Stationen einrichten müssen, und der geringste Vorfall auf einer dieser Stationen würde die Fortbewegung vielleicht auf einen ganzen Tag verhindert haben.

In dem Stollen unter Liverpool, welcher für diese Eisenbahn getrieben worden ist, werden die Wägen mittelst eines Taues ohne Ende und zweier am höchsten Punkte der geneigten Fläche aufgestellter Dampfmaschinen bergan und bergunter bewegt. Auf diese Weise kann der Dienst viel regelmäßiger von Statten gehen, als wenn man die Rückkehr des Taues, wie auf den Eisenbahnen bei Newcastle erwarten muß. Der unter Liverpool weglaufende Stollen enthält eine doppelte Schienenbahn, und jede derselben ihre Rollen. An dem tiefsten und an dem höchsten Punkte der geneigten Fläche sind zwei Trommeln angebracht, und das Tau ohne Ende läuft von der einen auf die andere, indem es über die beiden Rollenlinien läuft. Die Schwierigkeit bei diesem Systeme besteht darin, das Seil so zu spannen, daß es nicht rutschen kann, wenn die obere Trommel durch

Digitized by Google

die feststehenden Maschinen in Bewegung gesetzt wird. Diese Spannung wird bewerkstelligt mittelst eines Gegengewichtes, welches in einem an der obern Station abgeteuften Schachte hängt, und dessen Kette auf einem kleinen Wagen befestigt ist, welcher in einem unter der Eisenbahn angebrachten Hohlwege läuft. An das andere Ende dieses kleinen Wagens hängt man das eine Ende des großen Taues, welches man alsdann über die obere Trommel schlägt und auf einer Reihe von Rollen bis zur untern Trommel ausstreckt. Es macht eine Tour um diese Trommel und steigt auf der zweiten Rollenlinie empor, bis zur obern Trommel, um welche es eine halbe Tour macht und sich nach dem kleinen Wagen begibt, an welchem sein zweites Ende gleich dem erstern befestigt ist. Vermöge dieser Einrichtung wirkt das Gegengewicht zugleich auf die beiden Enden des Taues und drückt dasselbe stark an die Trommeln. Da das Tau die doppelte Länge des Stollens besitzt, so wird dadurch seine Reibung beinahe verdoppelt. Daraus ergibt sich die Nothwendigkeit, für den Dienst dieses Stollens zwei Maschinen, jede von 50 Pferdekräften, aufzustellen, obgleich die Neigung des Stollens nicht über 2 Centimeter auf den Meter beträgt; und die Unterhaltungskosten dieses Taues, der beiden Rollenreihen und der beiden Maschinen sind so beträchtlich, daß man daraus abnehmen kann, wie viel Gewicht die Engländer darauf legen, die Regelmäßigkeit des Dienstes auf einer Eisenbahn zu sichern.

Um die rasche Abnutzung der aus Hanf gefertigten Taue zu beseitigen, hat man versucht, ihnen eiserne Ketten zu substituiren. Eine solche Kette findet man auf einer geneigten Fläche bei Crompfort; aber diese Ketten haben dieselben Nachtheile, wie die Taue aus eisernen Ketten an den Hängebrücken. Ein einziger Ring, welcher nachgibt, in Folge eines

Fehlers des Metalles, oder einer schlechten Schweißung in der Schmiede, hat das augenblickliche Zerreißen der ganzen Kette zur Folge und verursacht die größten Unglücksfälle. Aus diesem Grunde scheinen die aus Hanf gefertigten Taue größere Sicherheit zu gewähren.

Für den Zweck, Eisenbahnen möglichst wagerecht anlegen und beträchtliche Steigungen bequem passiren zu können, hat ein gewisser Milne eine sogenannte Eisenbahnschleuße vorgeschlagen.

Der Bau und die Einrichtung dieser Schleuße wird aus Fig. 59. erhellen.

A und B sind zwei Plattformen, auf welchen die Wägen gehoben oder herabgelassen werden, und von denen sich A auf dem obern und B auf dem untern Niveau befindet. C und D sind zwei gußeiserne, mit Wasser gefüllte Cylinder, deren wasserdichte Kolben die Plattformen A und B tragen.

Angenommen nun, es werde ein Zug Wägen auf die Plattform B gesetzt, um auf das obere Niveau gehoben zu werden, und es solle dafür ein größeres Gewicht auf A herabsinken, so wird, wenn man den Griff E des vierwegigen Hahnes F bis auf einen gewissen Punkt eines unter demselben befindlichen Zifferblattes dreht, das Gewicht, welches sich auf A befindet, das unter dem Kolben befindliche Wasser durch die Klappe F in den Cylinder D treiben und dadurch die Last, welche auf B ruht, emporheben, wobei die Flüssigkeit, welche über dem Kolben in dem Cylinder D enthalten ist, durch die Röhre G in den Cylinder C übergeht. Gesetzt aber, es befände sich auf A kein zum Herabsinken bereites Gegengewicht, wenn eine auf B befindliche Last gehoben werden soll, so wird, wenn man den Griff E umdreht, das in dem Behälter H enthaltene Wasser herabfließen und auf den Kolben D drücken, während zu gleicher Zeit das über D befindliche Wasser

Digitized by Google

durch die Röhre G in den Cylinder C übergehen, und jenes Waſſer, welches ſich unter dem Kolben im Cylinder C befindet, durch einen der Waſſerwege des Hahnes oder der Klappe F austreten wird. Sollte hingegen eine Laſt, die ſich auf A befindet, herabſinken, während dagegen auf B keine emporſteigt, ſo braucht die Klappe F blos in einem Verhältniſſe zur Laſt gedreht zu werden, welches man bei einiger Uebung leicht ausmitteln kann. Durch dieſe Umdrehung der Klappe wird ein entſprechendes Gewicht Waſſer aus den Cylindern in den Behälter H emporgetrieben werden, während ſich die unter der emporſteigenden Plattform befindlichen Cylinder von K aus mit Waſſer füllen. Die Kraft einer Maſchine dieſer Art kann ſo groß angenommen werden, als das Gewicht einer Waſſerſäule, deren Baſis der Höhe der Flüſſigkeit in der Röhre L gleich iſt. Wäre dieſe letztere Röhre durchſichtig, und würde man eine graduirte Scala daran anbringen, ſo würde die Höhe der Flüſſigkeit in der Röhre genau das Gewicht angeben, welches auf der einen oder der anderen der Plattformen ruht, jedoch minus der Reibung der Kolben.

Viertes Kapitel.

Ortsverändernde Dampfmaſchinen oder Dampfwägen.

Die feſtſtehenden Dampfmaſchinen, welche man in allen Arten von Hüttenwerken anwendet, können ſehr ſchwer und ſehr voluminös in ihren Dimenſionen ſeyn, ohne daß daraus ein ſehr merklicher Nachtheil entſteht. Für die Dampfboote iſt dieſe Freiheit der Schwere und der Dimenſionen ſchon durch engere Grenzen beſchränkt, beſonders für ſolche, welche auf nicht tiefen Flüſſen fahren ſollen, oder die größere oder

Digitized by Google

geringere Wassertiefe des Fahrzeuges modificirt auf eine merkwürdige Weise die Geschwindigkeit seines Laufes. Aber die Bedingungen der Ausführung werden noch weit schwieriger für die Dampfwägen, denn bei diesen soll die ganze Maschine höchstens auf vier oder sechs Rädern ruhen, die man über eine gewisse Grenze hinaus nicht überladen darf; und außerdem muß die ganze Maschine in bestimmten Grenzen der Breite, Höhe und Länge enthalten seyn, die man unmöglich überschreiten kann; denn eines Theils müßte man den Durchstichen, den Brücken und sogar der Weglinie im Allgemeinen zu theure Dimensionen geben, zumal wenn die Bahn, wie es gewöhnlich der Fall ist, doppelt angelegt wird; und andern Theils bietet eine zu große Länge, selbst auf eine hinlängliche Zahl von Rädern vertheilt, der Bewegung der Maschine in den Krümmungen ein so großes Hinderniß dar, daß dabei fast alle Kraft absorbirt wird, welche die Maschine zu erzeugen im Stande ist. Diese Schwierigkeit der Ausführung der Dampfwägen erklärt es, warum eine so lange Zeit vergangen ist seit ihrer ersten Erfindung im Jahre 1769, wo Watt sein allgemeines Patent über die Dampfmaschinen bekam, bis zu der Zeit hin, wo sie angefangen haben, Gegenstand der allgemeinen Fabrikation zu werden, und zwar in dem Grade, um besondere Werkstätten von Dampfmaschinen-Baumeistern in Thätigkeit zu erhalten.

Da die Dampfwägen so leicht und zu gleicher Zeit so fest wie möglich gearbeitet seyn müssen, so ergibt sich von selbst, daß sie keinen Verdichtungsapparat enthalten können und folglich ganz in die Classe der sogenannten Hochdruck-Maschinen gehören, wo der Dampf mit einer Spannung von mehrern Atmosphären wirksam ist. Außerdem kann der Dampferzeugungsapparat nicht die Ausbreitung

besitzen, als wie bei den feststehenden Dampfmaschinen, und damit sie im Stande sind, eine mächtige Kraftäußerung ungeachtet der nothwendigen Beschränkung der Dimensionen ihrer Kessel zu äußern, muß man dahin streben, die gewöhnlichen Dampferzeugungsmittel zu vervollkommnen, so daß die in einer gegebenen Zeit mittelst eines kleinen Dampfkessels erzeugte Quantität Dampf beträchtlich vermehrt wird. In der Lösung dieser Aufgabe liegt die Hauptschwierigkeit dieser Art von Maschinen.

Der erste Dampfwagen ist in England von dem Maschinenbaumeister Hrn. Trevithick erbaut worden, der zur Vervollkommnung der mit hochdrückendem Dampf arbeitenden Maschine sehr viel beigetragen hat. Seine Maschine bestand aus einem cylindrischen Kessel auf vier Rädern, nebst einem Dampfcylinder, welcher auf diese Räder wirkte. Sie wurde 1806 auf einer flachschienigen Eisenbahn (plate-rail-road) in Wales probirt und konnte nur geringe Wirkung thun, was man damals dem Mangel des Anhaftens des Rades auf der Oberfläche der Eisenschiene zuschrieb, auf welcher es sich bewegte. Um die Bewegung eines Dampfwagens zu begreifen, muß man in Betrachtung ziehen, daß die Oberfläche der Schiene und diejenige des Radkranzes mit kleinen, dem Auge unbemerkbaren Vorragungen besetzt sind, die als eben so viel kleine Zähne eines Getriebes wirken, so daß, wenn der Kolben auf die Triebstange wirkt, welche am Rade der Maschine befestigt ist und letzteres umzudrehen strebt, das Rad sich gegen die Oberfläche der Schiene stützt, wie das Getriebe einer Winde, welche sich zu bewegen anfängt, sich auf die gezahnte Zange stützt. Wenn der Widerstand, den die Maschine, um sich fortzubewegen, zu besiegen hat, größer ist als ihre Kraft, was der Fall zu seyn pflegt, wenn die Zahl und die Belastung der Wägen, die

Digitized by Google

sie fortbewegen soll, zu beträchtlich ist, oder wenn die zu ersteigende Anhöhe zu steil ist; so beugen sich die kleinen Zähne, und die Räder gleiten rückwärts, statt sich vorwärts zu bewegen. Dieses Rutschen war der erste Fehler, den man an Trevithick's Maschine bemerkte, und nun sann man von allen Seiten darauf, die Berührung des Radkranzes der Maschine mit der Schiene weit energischer zu machen, während der Hauptfehler dieser Maschine, so wie auch der spätern, in der geringen heizbaren Oberfläche des Kessels lag, welcher folglich für das zu besiegende Hinderniß eine zu geringe Quantität Dampf erzeugte.

Herr Brunton kam auf die Idee, den Kolben nicht mehr auf die Räder, sondern auf eine Art eiserner Füße wirken zu lassen, welche sich auf den Boden stützten und die Maschine, so wie die Hinterbeine das Pferd vorwärts schieben, fortbewegten.

Herr Chapman hielt es für das Zweckmäßigste, von Entfernung zu Entfernung mitten auf der Bahn fixe Punkte anzubringen, bis zu welchen die Maschine sich herbeiziehen sollte, indem sich nämlich ein Tau auf eine Trommel der Maschine aufwickelt, welches man losmacht, sobald die Maschine den festen Punkt erreicht hat.

Ein dritter, Herr Blenkinsop, hielt es für zweckmäßiger, an der Seite der Bahn gußeiserne Schienen mit halbkreisrunden seitenständigen Zähnen anzubringen, in welche ein besonderes, von der Maschine getragenes Rad eingreifen sollte. Die Cylinder wirkten so, daß dieses Rad in Umdrehung gesetzt wurde, die Maschine folgte seiner Bewegung und bewegte sich vorwärts, ohne daß die andern Räder auf den Schienen rutschen konnten.

Eine nach diesem letzten Modell construirte Eisenbahn besteht noch bei Leeds und wird täglich mehrmals von einem Dampfwagen befahren, welcher

Digitized by Google

mit jeder Reise bis gegen 25 mit Steinkohlen beladene Wägen von einer benachbarten Grube nach Leeds fördert. Der Erfolg des Herrn Blenkinsop brachte seine Erfindung einigermaßen in Ruf. Aber bald fand sich's, daß diese Eisenbahn von der Steinkohlengrube nach Leeds hin eine beträchtliche Neigung besitze und daß letztere Blenkinsop's Dampfwagen sehr zur Hilfe kommen müsse. Diese Bemerkung in Verbindung mit den großen Kosten, welche dergleichen mit seitenständigen Zähnen versehene Schienen verursachten, war Schuld daran, daß diese Eisenbahn keine Nachahmung fand. Es läßt sich nicht läugnen, daß der Dampfwagen auf dieser Bahn ohne die Verzahnung, und wenn die Kolben der Cylinder direkt auf die vier Räder wirken würden, welche mit der Schienenbahn in Berührung stehen, eben soviel Wirkung hervorbringen müßte.

Versuche, welche zu Killingworth mit diesem letztern Mittel angestellt worden sind, ließen endlich den eigentlichen Fehler der Dampfwägen erkennen. Man überzeugte sich durch die Erfahrung, daß die Maschine, wenn sie blos durch das Anhaften ihrer Räder an der Schiene wirkte, sich fortbewegen konnte, ohne an Steigungen von mehr, als 1 Centimeter auf den laufenden Meter zu rutschen. Hing man an den Dampfwagen eine zu große Menge von Wägen, so bewegte sich die Mäschine zwar fort und ihre Räder drehten sich, ohne zu rutschen, aber sie stand still, sobald der bei der Abfahrt im Dampfkessel angehäufte Dampf durch das Spiel der Cylinder erschöpft war. Nun sah man ein, daß blos Verbesserungen bei den Dampferzeugungsmitteln und folglich in der Krafterzeugung eintreten müßten.

Fig. 31. stellt eine der Maschinen dar, welche auf der 40 Kilometer langen Eisenbahn von Darlington, die nach der Liverpool-Mancheſter Eisen-

bahn die größte in England ist, im Jahr 1825 im Gange war.

Der Kessel ist ein blecherner, auf den vier Axenlagern, welche die beiden Axen der Maschine umschließen, befestigter Cylinder, und durch die Mitte desselben läuft eine cylindrische Röhre ebenfalls aus Blech. In dieser Röhre befindet sich der Heerd der Maschine, und sie communicirt an ihrem vordern Ende mit der untern Oeffnung eines cylindrischen Schlotes aus Blech von 8 — 10 Fuß Höhe. Ueber dem Kessel erheben sich, zur Hälfte in demselben versenkt, zwei Cylinder, in welchen die Kolben sich bewegen. Oben an jeder Kolbenstange ist ein Querhaupt befestigt, und an den beiden Enden desselben sind zwei Treibstangen angebracht, welche symetrisch zu beiden Seiten des Kessels niedersteigen. Jede dieser Treibstangen läuft an das entsprechende Rad derselben Axe und umschließt eine Kurbelwarze an einer Speiche dieses Rades, so daß also jeder Kolben eine Axe in Umdrehung versetzt. (Siehe Fig. 31.)

Das nöthige Speisewasser des Kessels, so wie die zum Heizen des Kessels erforderlichen Steinkohlen befinden sich auf einem Begleitwagen, an der Maschine angehängt, deren vier Räder diesen Ueberschuß der Last nicht würden tragen können. Das Wasser befindet sich in einem blechernen Behälter von hinlänglicher Höhe, um in einem ledernen Schlauche bequem in den untern Theil einer Speisepumpe treten zu können, durch welche es in den Cylinder gefördert wird. Derselbe Wagen trägt auch den Maschinisten, der die Leitung der Maschine besorgt, und seinen Gehilfen, der nicht nur den Heerd mit frischem Brennmaterial versorgt, sondern auch von Zeit zu Zeit das Brennmaterial auf den Rost schiebt. Die Form und die Einrichtung dieses Begleitwagens (engl. tender)

Digitized by Google

bleibt bei den verschiedenen Dampfwägen sich ungefähr so ziemlich gleich.

Bei diesen Maschinen wurde der Dampf unter einem Druck von 50 englischen Pfunden auf den Quadratzoll erzeugt, was einem Ueberdrucke von $3\frac{1}{3}$ Atmosphären (über den atmosphärischen Druck) gleichkommt. Dieselbe Dampfspannung ist für die Dampfwägen allgemein angenommen worden.

Die so eben beschriebene Dampfmaschine bietet mehrere bedeutende Mängel dar. Der erste und wichtigste liegt in der geringen Extension ihrer Heizfläche; denn da der Durchmesser der innern Röhre 2 englische Fuß und ihre Länge 9 englische Fuß beträgt, so gibt dieses eine Heizfläche von 54 Quadratfuß. Nun rechnet man bei den gewöhnlichen Maschinen 8 englische Quadratfuß Heizfläche, um stündlich 1 Kubikfuß Wasser zu verdunsten, was einer Pferdekraft gleich kommt. Der eben beschriebene Dampfwagen kann also nur 6 — 7 Kubikfuß Wasser jede Stunde in Dampf verwandeln, was höchstens 6 — 7 Pferdekräfte gibt. Dabei muß man voraussetzen, daß ihr Heerd eine eben so lebhafte Verbrennung, wie die großen Heerde der feststehenden Dampfmaschinen mit dem Zug ihrer großen Schlöte, unterhält. Dieses war indessen keineswegs der Fall, denn bei der geringen Höhe ihres Schlotes von 10 Fuß, konnte der Zug nur sehr unvollkommen seyn, und diesem Fehler abzuhelfen, schien kaum möglich zu seyn, weil die Höhe des Schlotes durch zwei Ursachen beschränkt wird, und zwar 1) weil man sonst den unterirdischen Durchfahrten, oder Stollen, so wie auch den Brücken für den Uebergang der Vicinalwege und der gewöhnlichen Straßen hätte eine Höhe geben müssen, welche bedeutende Kosten verursacht haben würde; und 2) weil eine zu lange Schlotröhre bei der in Bewegung befindlichen Maschine ein nachtheiliges Schwanken verursacht haben

Digitized by Google

würde. Außerdem ruhte diese Maschine unmittelbar auf den Axen auf, so daß ihre verschiedenen Theile durch die abwechselnde Thätigkeit der auf die Räder einwirkenden Kolben stark erschüttert wurden und alle Verbindungsstellen dadurch der Gefahr ausgesetzt waren, bald auseinander zu gehen. Endlich wurde die innere Blechröhre, von der weiter oben die Rede gewesen ist, sehr schnell von der Flamme verzehrt und mußte jährlich wenigstens dreimal erneuert werden.

So pflegte man in England diese Maschinen zu erbauen, als im Jahr 1829 die Directoren der Gesellschaft der Liverpool-Mancheſter Eisenbahn, über die Wahl der auf dieser Straße anzuwendenden Bewegungsmittel unschlüssig, ein Wettrennen für Dampfwägen anstellten und für denjenigen Dampfwagen, welcher gewisse Bedingungen der Kraft, der Leichtigkeit und der Geschwindigkeit, die in dem bekannt gemachten Programme näher bestimmt waren, erfüllen würde, einen Preis von 500 Pfund Sterling aussetzten.

Die Bedingungen waren:

1) daß der Dampfwagen im Stande seyn müsse, 20 Tonnen mit einer Geschwindigkeit von 10 englischen Meilen in der Stunde auf einem Theile ihrer schon vollendeten und ziemlich horizontalen Eisenbahn fortzubewegen;

2) daß er nur 4½ Tonne wiegen dürfe, und daß diese Last unter den 20 fortzubewegenden Tonnen mit eingeschlossen seyn solle;

3) daß endlich der Dampfwagen in Federn hängen müsse, und daß die Spannung des erzeugten Dampfes nicht über diejenige von 3¼ Atmosphären gehen dürfe, was einem Druck von 50 Pfunden auf den Quadratzoll gleichkommt.

Die von den Directoren verlangte Leistung überstieg das Vermögen der alten Maschine. Die Kraft der Maschine mußte also vermehrt werden; andern Theils

durften aber die im Programme vorgeschriebenen Grenzen des Gewichtes nicht überschritten werden. Der Erfindungsgeist der Maschinenbaumeister hatte sich also einzig und allein auf die Mittel zu richten, die Heizfläche und die Dampferzeugung zu vergrößern, ohne das Gewicht der Maschine zu vermehren.

Einer dieser Maschinenbaumeister, Herr Hackworth verdoppelte die innere Röhre der auf der Bahn von Darlington gebräuchlichen Maschinen und verband seine beiden Röhren mittelst einer halbkugelrunden Haube, wodurch er bewirkte, daß die Flamme aus der untern Röhre in die obere übertrat. Ein anderer, Herr Braithwaite brachte in seinem Kessel eine lange, spiralförmig gewundene Röhre an, um die erhitzte Luft durch die Mitte des Wassers zu leiten. Der Zug in dieser Röhre wurde durch einen von der Maschine in Bewegung gesetzten Ventilator unterhalten.

Endlich ein dritter, Herr Stephenson, welcher die Liverpool-Mancester Eisenbahn angelegt und die Dampfwägen der Eisenbahn von Newcastle erbaut hat, stellte eine Maschine auf, deren cylindrischer Kessel im unteren Theile von 25 kleinen kupfernen Röhren, von 2 Zoll Durchmesser, durchsetzt wurde, in welche die Flamme vom Heerd aus übertrat. Bei dieser Einrichtung konnte die Flamme durch alle Theile der flüssigen Masse circuliren, auch wurde eine größere Heizfläche, als bei den zwei andern Maschinen gewonnen.

Die Maschine des Herrn Hackworth besaß eine Heitzfläche von ungefähr 8 Quadratmeter.

Diejenige des Herrn Braithwaite, welche nur drei Tonnen wog, hatte eine Heizfläche von 5 — 6 Quadratmeter.

Und diejenige des Herrn Stephenson besaß eine Heizfläche von 12 Quadratmeter.

Digitized by Google

Letztere war es nun, welche den von den Directoren der Eisenbahn ausgesetzten Preis gewann. Zu derselben Zeit und sogar noch vor den Liverpooler Versuchen, stellte Herr Seguin, der Aeltere, mit einem ähnlichen, von Röhren durchsetzten Kessel in den Bauhöfen der Gesellschaft der Eisenbahn zwischen St. Etienne und Lyon Versuche an. Die Directoren dieser Gesellschaft hatten sogar bereits das Jahr vorher ein Patent genommen, und es ergibt sich daraus, daß diese Erfindung als eine französische betrachtet werden kann.

Wie dem auch sei, so sind doch dergleichen Kessel mit kleinen Horizontalröhren, in welchen die Flamme circulirt, noch heut zu Tage die besten, die man kennt, um leicht eine große Verdunstung zu bewirken. Eine große Menge von Versuchen sind sowohl von Herrn Braithwaite, um seine erstere Maschine zu vervollkommnen, als auch von Herrn Gurney und anderen Maschinenbaumeistern angestellt worden, um die Verdampfung in den Maschinen zu steigern, mit welchen sie auf gewöhnlichen Chausseen zu fahren begonnen haben. Das allgemeine Princip, welches diesen Versuchen zum Grunde lag, bestand darin, die kleinen Röhren auf eine andere, als die bereits bekannte Weise anzuwenden; aber bei der Complication ihrer Apparate konnte die Dienstleistung dieser Maschinen nicht von langer Dauer seyn. Die Kessel mit horizontalen Heizröhren sind heutiges Tages blos noch auf der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester und auf den schon bestehenden Eisenbahnen in Frankreich gebräuchlich.

Nachdem wir nun die allgemeinen Grundsätze erörtert haben, die bei der Erbauung von Dampfwägen in Anwendung kommen müssen, und nachdem wir in Kürze die Geschichte ihrer successiven Fortschritte von der ersten Erfindung dieser neuen Art des

Fortschaffungsmittels an skizzirt haben, wollen wir die einzelnen Theile näher kennen lernen, aus denen ein Dampfwagen besteht, so wie auch die in der Praxis angenommenen Verfahrungsarten, nach denen sie erbaut werden. Ehe wir jedoch dazu schreiten, muß bemerkt werden, daß noch kein einziges System für die Anordnung der verschiedenen Theile, aus denen ein Dampfwagen besteht, definitiv angenommen worden ist. Obgleich auf der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester die Zahl der im Gange befindlichen Dampfwägen über 30 beträgt, so sind doch diese Maschinen in ihren Verhältnissen und in ihrer Zusammensetzung dergestalt von einander verschieden, daß die täglichen, auf dieser Bahn stattfindenden Versuche eine wahre Schule für Baumeister von Dampfwägen abgeben. Es sind indessen schon viele Mängel erkannt und beseitigt; mehrere Methoden, das Ganze der Maschine zu coordiniren, sind nach einer genügenden Erfahrung aufgegeben worden, und die Kenntniß dieser Versuche und ihrer Resultate dürfte allen denen von Nutzen seyn, die sich mit ähnlichen Constructionen zu beschäftigen Willens sind.

Allgemeine Einrichtung eines Dampfwagens.

Cylinder, — Räder, — Axen.

Das Gestell der Maschine besteht aus einem mehr langen als breiten eisernen oder hölzernen Rahmen, welcher den Kessel trägt und an welchem die Cylinder und die Speisepumpen befestigt sind. Um die zufälligen Erschütterungen zu mildern, welche während der Bewegung des Dampfwagens entstehen, und um alle die verschiedenen Theile der Maschine zu schonen, läßt man diesen Rahmen von Federn tragen, welche unmittelbar auf den Axenlagern befestigt sind. Diese

Federn können entweder unter, oder über dem Rahmen angebracht werden. In letzterm Falle wird der Rahmen von den beiden Enden der Feder getragen, die in der Mitte auf einem eisernen Ständer befestigt ist, welcher durchs Gestell läuft und auf dem Axenlager aufsitzt. Letztere Einrichtung findet man ziemlich häufig auf der Eisenbahn zwischen Manchester und Liverpool. Sie gewährt den Vortheil, den Mittelpunkt der Schwere der Maschine tiefer zu bringen und auf diese Weise die Extension der Schwankungen zu vermindern. Manchmal legt man auch die Federn unter die Axen, wodurch man denselben Zweck erreicht.

Jede Maschine besitzt zwei am Kessel befestigte Dampfcylinder. Bei den ersten Maschinen, welche auf diejenigen der Eisenbahn von Darlington folgten (welche letztere bereits beschrieben worden sind) standen die Cylinder zu beiden Seiten in vertikaler Richtung, und die Wirkung ihres Kolbens wurde mittelst eines Balanciers und Treibstangen auf die beiden Räder einer und derselben Seite übergetragen. Bei dieser Einrichtung müssen die Verbindungspunkte der Radspeichen und der beiden auf jeder Seite befindlichen Treibstangen zu einander im rechten Winkel stehen. Diese Vorkehrung ist unerläßlich, damit die Maschine ohne Schwierigkeit in Bewegung treten kann; denn sonst würden die beiden Treibstangen in der vertikalen Richtung des todten Punktes still stehen, und man müßte sie, um die Maschine in Thätigkeit zu setzen, mit der Hand aus dieser Stellung verschieben. Die Maschinen der Eisenbahn zwischen St. Etienne und Lyon sind auf diese Weise eingerichtet.

Später modificirte man diese Einrichtung, indem man die vertikale Richtung der Cylinder veränderte. Man fand es viel zweckmäßiger, ihnen eine Neigung von 45° gegen den Rahmen der Maschine zu geben

und sie unmittelbar auf die Vorderräder wirken zu lassen. Da die Hinterräder mit den Vorderrädern durch zwei starke, an den Speichen befestigte Stangen in Verbindung gesetzt waren, so wurde der Totaleffekt der Kolben auf die beiden Axen vertheilt. Diese Erfindung gewährte einen zweifachen Vortheil: einmal konnte man nämlich nun die Balanciers nebst Zubehör entbehren, weil jede Kolbenstange nur einer sehr kurzen Treibstange bedurfte, um auf das Rad zu wirken; und sodann wurde die abwechselnde oscillirende Bewegung der Maschine gar sehr vermindert. Diese Bewegung ist sehr merklich bei vertikalen Cylindern und wirkt dahin, die Festigkeit der Verbindungen des Kessels und der andern Theile aufzuheben. Es verdient auch noch berücksichtigt zu werden, daß bei dieser Einrichtung die Vereinigungspunkte der beiden Treibstangen mit den Radspeichen an den beiden Rädern einer Axe zu einander im rechten Winkel stehen. Die ersten Maschinen der Eisenbahn von Manchester waren auf diese Weise gebaut (siehe Fig. 32.).

Es schien sich aus der Erfahrung ergeben zu wollen, daß die Neigung der Cylinder mit Nutzen vermehrt werden könne, um die seitlichen Erschütterungen zu vermindern, und man gab ihnen endlich beinahe eine horizontale Lage; endlich kam man auf die Idee, sie unter den Kessel zu legen und zwar unter das, dem Feuerheerde gegenüber liegende Ende desselben (siehe Fig. 33.). Diese Einrichtung hatte einen doppelten Zweck, einmal nämlich, um den Dampf, welcher aus den Cylindern kommt, ganz unmittelbar in den Schlot übertreten zu lassen, so daß er gewissermaßen als Gebläse dient, um die Verbrennung zu beleben, wie wir weiter unten sehen werden; und sodann, um die Kolbenstangen nicht mehr auf die Radspeichen, sondern auf die Axe selbst wirken zu lassen,

Digitized by Google

welche für diesen Zweck an zwei Stellen gekröpft ist, wo die Triebstangen der Kolben ihre Befestigung finden. Der Kolben theilt also der Axe die Bewegung auf dieselbe Weise mit, wie in den Dampfschiffen, und damit ist der große Vortheil verbunden, daß die Treibstange nicht mehr auf eine Torsion der Axe hinwirkt; wie man es bei der vorhergehenden Einrichtung zu befürchten hatte, wo die Bewegung auf die äußere Seite der Räder übergetragen wurde.

Diese Einrichtung der gekröpften Axen ist auf der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester allgemein in Anwendung; indessen sind damit doch große Nachtheile verbunden. Wenn z. B. die Maschine einen zufälligen Stoß erhält, während sie die Bahnschinen verläßt, so ist die unausbleibliche Folge davon, daß die Axe sich verbiegt, aber eine solche Verbiegung, wie geringfügig sie auch seyn möge, hat einen sehr großen Einfluß auf die regelmäßige Fortbewegung der Räder und der ganzen Maschine. In einem solchen Falle muß der ganze Dampfwagen auseinander genommen werden, um die beschädigte Axe wieder gerade zu richten. Und wenn eine solche Axe zerbricht, oder sich endlich abgenutzt hat, so hält es sehr schwer, sich sogleich eine andere zu verschaffen; denn diese doppelt gekröpften Axen sind nicht allein schwierig zu schmieden und theuer, sondern man kann auch nicht leicht eine durch die andere ersetzen. Bei der andern Einrichtung kann sich die Axe ebenfalls verbiegen, aber diese Verbiegung ist in der Schmiede leicht wieder gerade zu richten; oder wenn die Axe zerbricht, so kann man sogleich leicht eine andere von derselben Stärke haben, um die zerbrochene zu ersetzen. Die beständigen Versuche, welche auf der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester angestellt werden, dürften übrigens in kurzer Zeit die zweckmäßigste Anordnung der Cylinder bestimmen und

die andern Mängel verbessern, welche bei der Erbauung der Dampfwägen noch heut zu Tage bestehen.

Mit jedem Cylinder ist eine Speisepumpe in Verbindung gesetzt, deren Kolbenstange mit derjenigen des Cylinders gekoppelt ist, so daß von letzterer die Bewegung auf erstere übergetragen wird, oder wenn die Cylinder vertikal stehen, wird die Kolbenstange der Speisepumpe mit dem Balancier in Verbindung gesetzt. Der Dampf tritt mittelst zweier Schiebeventile in die Cylinder, indem diese Ventile die einzigen sind, bei welchen kein Verlust des hochdrückenden Dampfes stattfindet. Sie werden in der Regel durch Treibstangen gesteuert, die mittelst einer auf der Axe aufgezogenen excentrischen Scheibe in Bewegung gesetzt werden; mit diesem ziemlich complicirten Mechanismus sind indessen praktische Nachtheile verbunden, besonders wenn man die Maschine rückwärts bewegen will. Ohne uns hier in Erläuterungen einzulassen, die nur verständlich sind, wenn man die Maschine selbst in Bewegung sieht, so leuchtet doch soviel ein, daß eine wichtige Wechselbeziehung zwischen dem Spiele des Schiebeventiles und demjenigen des entsprechenden Cylinders obwaltet, und zwar in der Art, daß das Ventil, durch welches der Dampf in den Cylinder tritt, gerade bis zu dem Augenblicke offen sei, wo der Kolben das Ende seines Laufes erreicht, und daß der Dampf eines Theils Zeit habe, in den Cylinder einzustreichen, und andern Theils daraus zu entweichen. Wenn sich das Ventil zu spät öffnet, so wird eine zu geringe Quantität Dampf auf den Kolben wirken, während derselbe auf der andern Seite von dem Dampfe, welcher nicht hat entweichen können, einen zu starken Widerstand erfährt; seine Bewegung wird folglich langsamer. Bei Anwendung excentrischer Scheiben tritt nun der Fall ein, daß diese Wechselbeziehung der Bewegungen des Kolbens und des Ventiles nur

Digitized by Google

dann vollkommen ſtattfinden kann, wenn der Kolben immer in derſelben Richtung wirkt. Zwar kann man an den Endpunkten der Bahn die Maſchine mittelſt einer Drehſcheibe umwenden, ſo daß ſich alsdann ihre Räder immer in einerlei Richtung drehen. Dieſe Einrichtung hat man auf der Liverpool-Mancheſter Eiſenbahn getroffen; da ſie indeſſen noch immer zu ſchwierig iſt, ſo hat man auf der Eiſenbahn zwiſchen St. Etienne und Lyon die excentriſchen Scheiben abgeſchafft und läßt die Stange des Moderators oder Regulators durch die Kolbenſtange ſelbſt in Bewegung ſetzen. An dieſer iſt deshalb ein Hebedaumen angebracht, welcher ſucceſſiv auf zwei andere kleine Vorragungen an der Stange des Schiebeventils anſtößt, ſo daß er dieſes Ventil abwechſelnd empor- oder herabſchiebt. Das gegenſeitige Anſtoßen dieſer Theile kann übrigens durch kleine Wurſtfedern (ressorts à boudins) gemildert werden.

Die Größe der Räder hängt natürlich von der Geſchwindigkeit ab, welche man der Maſchine geben will. Auf der Eiſenbahn zwiſchen Mancheſter und Liverpool, wo man beſonders eine große Geſchwindigkeit zu erreichen geſucht hat, haben die Räder, auf welche der Kolben wirkt, ungefähr 1,50 Meter Durchmeſſer. Wenn die Cylinder an den Seiten des Keſſels befeſtigt werden, bringt man ſie über die Hinterräder; alsdann haben ſie eine geringere Neigung als 45°, und es macht ſich nöthig, den Durchmeſſer dieſer Räder um vieles zu verringern und bis auf 76 oder 80 Centimeter, je nach der Dimenſion der Vorderräder, herabzuſetzen (ſiehe Fig. 32.). Dieſe Verſchiedenheit des Durchmeſſers der hinteren und der vordern Räder hat den Nachtheil, daß man Hinter- und Vorderräder nicht durch eine ſtarke Langwiede mit einander verbinden kann, worauf hinſichtlich der kräftigen Anhaftung des Dampfwagens auf der Schie-

Digitized by Google

nenbahn sehr viel ankommt. Im Anfange der Eröffnung der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester war dieser Nachtheil nicht bemerklich, weil die Wagenzüge nur aus 4 oder 5 Wägen voller Passagiere bestanden; aber bei starken Wagenzügen, welche mit Frachtgütern beladen sind, macht sich die Gleichheit der hintern und der vordern Räder und ihre Verbindung durch eine starke Langwiete fast unerläßlich, damit der Dampfwagen an den Steigungen nicht rutsche. Diese Gleichheit der Räder ist sehr leicht zu erlangen, wenn man die Cylinder fast ganz horizontal unter den Kessel legt. In diesem Falle kann man den vier Rädern einen Durchmesser von 1,50 Meter geben.

Wenn die Maschinen keine außerordentliche Geschwindigkeit der Bewegung erzeugen sollen, so muß man den Durchmesser der Räder kleiner machen, damit sie eine größere Last zu ziehen im Stande sind; denn die Geschwindigkeit des Kolbens bleibt sich in dem einen und in dem andern Falle ganz gleich. Auf der Eisenbahn zwischen St. Etienne und Lyon und auf derjenigen zwischen Darlington und Stockton, wo die Dampfwägen nur 10,000 Meter in der Stunde mit Wagenzügen zurücklegen, die blos mit Frachtgütern beladen sind, haben die Räder nur einen Durchmesser von 1,15 oder von 1,20 Meter Durchmesser.

Die Länge des Kolbenzuges ist nothwendig dem Durchmesser der Räder proportional.

Bei den Maschinen auf der Eisenbahn von Manchester beträgt die Länge des Kolbenzuges 16 englische Zoll, oder 40 Centimeter; der Krummzapfen der Axe hat folglich 8 Zoll und der Umfang des Rades, welcher durch jeden doppelten Kolbenzug aufgerollt wird, beträgt 4,70 Meter. Nun pflegt man bekanntlich dem Kolben der Dampfmaschine meistentheils

eine Geschwindigkeit von 1 Meter in der Sekunde zu geben. Folglich muß ein Kolben, welcher einen Lauf von 40 Centimeter zu vollenden hat, in einer Sekunde einen doppelten Zug und noch einen halben vollenden, was einer Entwickelung von 1¼ Radumfang, oder 5,88 Meter entspricht. Diese Geschwindigkeit beträgt 412,80 Meter in der Minute, oder 24780 Meter in der Stunde. Die Cylinder haben übrigens 11 — 12 englische Zoll (27 — 30 Centimeter) Durchmesser.

Auf der Eisenbahn von Lyon haben die Cylinder nur ungefähr 8 französische Zoll, oder 22 Centimeter Durchmesser. Der Kolbenzug hat 21 Zoll, oder 57½ Centimeter Länge. Das Ende der Treibstange, welche der Kolben in Bewegung setzt, ist an der halben Länge der Radspeichen befestigt und beschreibt also einen Kreis von 57½ Centimeter. Nimmt man die Geschwindigkeit des Kolbens zu 1 Meter auf die Sekunde an, so wird der Kolben in der Sekunde etwas weniger als einen doppelten Zug vollenden, ungefähr 1¾ Zug, was hinsichtlich der Entwickelung des Radumfanges etwa ⅞ desselben, oder 3,25 Meter beträgt. Diese Geschwindigkeit gibt ungefähr 11000 Meter in der Stunde.

Die Räder sind in der Regel aus Eichenholz und mit zwei eisernen Reifen über einander beschlagen, von denen jeder 3 — 4 Centimeter Dicke hat, der oberste aber mit dem Spurkranze versehen ist, durch welchen das Rad auf der ebenen Kantenschine erhalten wird. Da die Felgen und die in denselben befestigten Speichen von Holz sind, so können sie durch die Wirkung der Feuchtigkeit und der Trockenheit in Unordnung gerathen. Um diesem Uebel abzuhelfen, hat man gußeiserne Räder herzustellen gesucht, aber die Erfahrung hat gelehrt, daß das Gußeisen nicht biegsam genug ist, um ein hinlängliches Anhaften auf

der Schiene hervorzubringen, und daß ein gußeiserner Felgenkranz sehr leicht gleitet. Deshalb hat man die gußeisernen Räder, mit welchen auf der Eisenbahn von Darlington die Dampfwägen versehen sind, mit einem Reif aus gewalzten Eisen beschlagen, weil das gewalzte Eisen weit dehnbarer ist und sich weit besser an die Schiene anschmiegt, die für den Dampfwagen in seiner Bewegung den Widerstandspunkt abgibt.

Man hat auch versucht, Räder aus Schmiedeeisen darzustellen, aber die festen eisernen Speichen besitzen zu viel Steifheit, so daß sich die Felge nicht vollkommen an die Schiene der Bahn anschmiegen kann. Man hat deshalb Versuche mit Rädern angestellt, die von einem Hrn. Jones in London erfunden worden sind. Bei diesen Rädern sind die Speichen nicht an der Nabe befestigt, sondern werden blos durch Schraubenmuttern gehalten, welche inwendig in der hohlen Nabe liegen, so daß die Speichen bis zu einem gewissen Grade beweglich bleiben, und die Nabe sammt der Axe immer an den obern Speichen hängen. Mit dergleichen Rädern war auch die Dampfmaschine versehen, mit welcher die Herren Braithwaite und Ericson auf der Manchester-Eisenbahn Versuche angestellt haben. Aber diese bewegliche Vereinigung der Speichen in der Nabe scheint wenig Festigkeit zu versprechen und den Stößen nicht Widerstand leisten zu können, welche die in Thätigkeit befindlichen Kolben auf die Maschine hervorbringen, wenn sie in Bewegung ist. Die englischen Dampfwägen auf gewöhnlichen Chausseen haben zwar auch Räder mit eisernen Speichen und Felgen, aber bei denselben sind die Speichen unbeweglich.

Schließlich wendet man in der Regel bei Dampfwägen hölzerne Räder an, weil das Holz eher die Beugung annimmt, welche der Radkranz erfahren muß,

Digitized by Google

wenn die Maschine auf der Schiene aufruht. Blos die Nabe ist aus Gußeisen. In England ist sie aus dem Ganzen gegossen mit Zapfenlöchern, um in dieselben das Ende der Speichen einzusetzen. In Frankreich gießt man sie aus zwei kreisrunden parallelen Stücken, von denen jedes die Hälfte des Zapfenloches für jeden Zapfen enthält; beide Stücke werden alsdann mittelst Bolzen fest an einander geschlossen.

Die beiden über einander liegenden eisernen Reife auf dem hölzernen Radkranz werden gekrümmt, indem man sie zwischen zwei Cylindern durchlaufen läßt und alsdann mit Bolzen befestigt, die man in die äußere Oberfläche der Reife versenkt. Es kommt sehr viel darauf an, daß der äußere Reif aus Eisen erster Qualität gefertigt sei; denn bei der starken Reibung auf der Schiene nutzt er sich sehr bald ab, und diese Erneuerung der eisernen Felgen ist eine der Hauptreparaturen, denen die Dampfwägen unterworfen sind.

Wenn die Cylinder zu beiden Seiten des Dampfwagens angebracht sind und wenn die Treibstange des Kolbens an der äußern Seite des Rades befestigt ist, so müssen die Axenlager nothwendig zwischen den beiden Rädern einer und derselben Axe sich befinden. Wenn die Cylinder unter dem Kessel liegen und auf eine gekröpfte Axe wirken, so hindert nichts daran, die Axenlager außerhalb der Räder und auf der Verlängerung der Axen anzubringen. Bei dieser Einrichtung erhält der Rahmen der Maschine, der sich unmittelbar darüber befindet, mehr Breite. Man hat auch mehr Freiheit für die Anordnung der Verbindungsstangen, welche von den verschiedenen beweglichen Stücken des Apparates auslaufen und unter der Hand des Maschinisten auf den Begleitwagen sich vereinigen. Mit diesen Stangen regulirt er den Zutritt des Dampfes in die Schiebeventile, so wie die Speisung des Kessels mit Wasser. Mehrere Maschi-

Digitized by Google

nen auf der Eisenbahn von Manchester haben diese Einrichtung der Axenlager, und an dem Halse, welcher diese Axenlager trägt, hat man, wie bei den Lastwägen, den Durchmesser desjenigen Stückes der Axe vermindert, welches diese Verlängerung bildet, um dadurch die Quantität der Kraft zu vermindern, welche die Maschine anwendet, um ihre eigne Reibung zu überwinden (siehe Fig. 33.). Die Axen haben 9—10 Centimeter Durchmesser, und die Axenlager sind ein wenig stärker als diejenigen gewöhnlicher Lastwägen. Diese Lager bestehen aus einer halben Pfanne von Gußeisen, welche über den Axen liegt, und aus zwei Laschen von Schmiedeeisen, die durch das Wagengestell gehen, oben mit Schrauben befestigt sind, am untern Ende aber mit einem Bolzen verbunden werden, damit die Axe bei zufälligen Stößen, oder wenn der Kasten des Wagens gehoben wird, nicht aus der Pfanne herausfallen könne. Versuche haben gezeigt, daß die Reibung der Axen in einer gußeisernen Pfanne geringer sei, als in einer messingenen, oder schmiedeeisernen, daß jedoch diese Pfannen wenigstens 4 Zoll lang seyn müssen, damit sich die Axen nicht in dieselben einschneiden. In der letztern Zeit hat man auch die Fläche der Pfanne, wo die Reibung mit der Axe stattfindet, in der Schale gegossen, und man verminderte die Reibung noch weiter, indem man die schmiedeeiserne, bereits abgedrehte Axe an ihrer Oberfläche ebenfalls härtet. Die Manipulation ist weiter oben bereits beschrieben worden.

Die Speisung mit Oel oder Fett geschieht auf dieselbe Weise, wie weiter vorn beschrieben ist. Auch an den Verbindungsstellen der Treibstangen mit den Kolbenstangen und den Schubstangen der excentrischen Scheiben bringt man kleine Oel- oder Fettreservoirs an, um die Reibung dieser verschiedenen Theile zu vermindern.

Digitized by Google

Brennmaterial, welches zum Heizen des Kessels angewendet wird.

Das bei dem Dampfwagen gebräuchliche Brennmaterial sind Steinkohlen, oder Coke (abgeschwefelte Steinkohlen). Bei Steinkohlen ist im Heerde eine minder starke Ventilation nöthig; hat man aber einmal diese Ventilation hergestellt, so haben die abgeschwefelten Steinkohlen bei weitem den Vorzug. Sie geben fast gar keinen Rauch, und dieses ist ganz besonders wichtig für den Transport der Passagiere, die durch den Steinkohlendampf sowohl in den unterirdischen Durchfahrten, als auch bei einem der Bewegung des Dampfwagens entgegengesetzten Winde sehr belästigt werden würden. Da nun endlich der Feuerheerd nothwendig sehr klein seyn muß, so ist es unerläßlich nothwendig, immer Steinkohlen von bester Qualität zu brennen, denn die Zwischenräume der Roststangen werden sehr bald durch den kieselerdehaltigen Rückstand der Verbrennung mittelmäßiger Steinkohlen verstopft, und dann hat die Luft keine gute Circulation im Heerde. Außerdem darf die Steinkohle nicht zu der sogenannten fetten Sorte gehören, denn alsdann bäckt sie zusammen und hindert ebenfalls die Circulation der Luft. Endlich müssen die Stücke von einer gewissen Größe seyn, um immer lebhaft und ohne Unterbrechung zu brennen. Diese verschiedenen Bedingungen machen es selbst in der Nähe der Kohlengruben ziemlich schwierig, die für die Dampfwagen geeignete Steinkohle leicht zu erhalten, während man durchgängig sehr gute abgeschwefelte Steinkohlen um einen mäßigen Preis haben kann, die bekanntlich aus den kleinen Steinkohlenstückchen, welche immer sehr wohlfeil sind, dargestellt werden. So kosten zum Beispiel auf der Eisenbahn zwischen

Digitized by Google

St. Etiene und Lyon 100 Kilogramm für die Dampfwägen geeignete Steinkohle 1 Fr. 50 Cent. bis 1 Fr. 60 Cent., während daſſelbe Gewicht vortrefflich abgeſchwefelte Steinkohlen nur 70 — 75 Centimen koſten. Die Conſumtion der einen, oder der andern Sorte Brennmaterial anlangend, hat die Erfahrung auf derſelben Eiſenbahn für eine tägliche Reiſe von 65 Kilometer folgende Reſultate gegeben:

	Conſumtion, tägliche.	Betrag in Fr.
Maſchinen, welche Steinkohlen brennen	800 Kil. à 1,55 Fr. . . .	12,40
Maſchinen, welche Coke brennen . . .	800 = à 0,72 Fr. . . .	5,56
	Differenz . . .	6,84.

Rechnet man alſo 300 Arbeitstage, ſo gewinnt man, wenn man mit Coke heizt, jährlich 2052 Fr. Nur braucht man alsdann Heerde von etwas größerer Ausbreitung, als wenn man Steinkohlen brennt.

Keſſel.

Der Keſſel der gegenwärtigen Dampfwägen iſt, wie bereits weiter oben erwähnt worden, ein blechener, oder kupferner Cylinder, in ſeiner untern Hälfte von einer großen Zahl kleiner kupferner Röhren durchſetzt und an beiden Enden mit zwei kreisrunden Stükken verſchloſſen. Dieſer Cylinder, welcher den Rumpf des Keſſels bildet, hat in der Regel 30 Zoll Durchmeſſer und 6 — 7 Zoll Länge. Er dauert weit länger, wenn er aus Kupfer angefertigt wird. Die engliſchen Keſſel beſtehen indeſſen noch aus Eiſenblech. Die kleinen Röhren wurden anfangs aus Kupfer verfertigt, aber neue, auf der Eiſenbahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter gemachte Erfahrungen haben bewieſen, daß das Meſſing, welches bekanntlich eine Legirung aus Zink und Kupfer iſt, der Wirkung

der Flamme der abgeschwefelten Steinkohlen, welche dort als Brennmaterial angewendet werden, weit besser widersteht.

Die Zahl und die Dimension dieser kleinen Röhren ist sehr verändert worden. In Frankreich hat man sich darauf beschränkt, in jedem Kessel 80 Röhren von 18 Linien (40 Millimeter) Durchmesser anzubringen, was eine Heizfläche im Ganzen von 21 Quadratmeter gibt. In England ist man so weit gegangen, dem Kessel bis zu 140 Röhren zu geben und den Durchmesser derselben ungefähr bis auf 1 Zoll (28 Millimeter) zu reduciren. Auf diese Weise bekam man eine Heizfläche von 26 Quadratmeter. Diese Verminderung des Durchmessers der Röhren ist nicht ohne Nachtheil, weil sie sich sehr bald mit Ruß füllen, den die in ihrer Circulation zu sehr behinderte Flamme hier absetzt; alsdann wird der Nutzen, den ihre große Zahl gewährt, gar sehr vermindert. Man fängt auch bereits in England an, die Zahl und die Dimension der Röhren zu beschränken, so daß gegenwärtig die gewöhnlichen Maschinen 100 — 110 Röhren von 15 — 16 Linien (36 Millimeter) Durchmesser haben, was eine Heizfläche von 26 Quadratmeter gibt.

Ein Kessel mit dieser Einrichtung kann bei einer lebhaften Verbrennung auf dem Heerde in jeder Stunde wenigstens 600 — 700 Kilogramme Dampf erzeugen.

Jede kupferne Röhre wird mittelst einer Art von stählernem Ring befestigt, der sich nur auf einer Seite erweitert und gedrängt in die Oeffnung paßt, die in den beiden runden Böden des Kessels angebracht ist. Manchmal hat man die beiden Enden dieser Röhren mit den runden Böden der Kessel blos vernietet. Der stählerne Ring soll die Kraft der Schlußplatte an dieser Stelle verdoppeln und der Verbindung größere Festigkeit geben. Diese Verbindungsart ist aller-

Digitized by Google

dings in der Hinsicht von bedeutender Wichtigkeit, daß der Kessel das Wasser und den Dampf, ungeachtet des hohen Druckes, unter welchem letzterer thätig ist, ohne den geringsten Verlust zusammen zu halten vermag.

Die Röhren lassen sich mittelst einer Bürste an einem eisernen Stiel, oder mit einer Art von eisernen Haken reinigen, und dieses muß so oft geschehen, als man die Maschine außer Thätigkeit setzt.

Der Heerd liegt hinter dem Kessel und bildet eine Art von viereckigem Kasten aus Eisenblech, ganz unabhängig vom Kessel, mit welchem er blos durch Bolzen verbunden ist. Nimmt man diese Bolzen heraus, so ist die Verbindung des Heerdes mit dem Kessel aufgehoben, und man kann den eisernen Kasten leicht ausbessern.

Diese Art der Verbindung ist in der Praxis von großem Nutzen, denn der Heerd ist derjenige Theil der Maschine, der am geschwindesten durch die heftige Gluth der Flamme schadhaft wird, und könnte er nicht leicht durch einen neuen ersetzt werden, so würde die Maschine sehr lange Zeit und sehr häufig in Reparatur sich befinden. Um die Seitenwände, welche den Heerdkasten bilden, vor der Flamme zu schützen, pflegt man sie doppelt zu machen und in dem Zwischenraume Wasser circuliren zu lassen, welches erhitzt wird und von hier in den Kessel übertritt. Der Kessel enthält also nun bereits erwärmtes Wasser, so daß er eine weit größere Quantität Dampf erzeugen kann, als wenn er blos mit kaltem Wasser gespeist würde.

Die Roststäbe sind manchmal hohl, so daß das Wasser durch dieselben circulirt, um ihre Verbrennung zu verhindern; dergleichen hohle Roststäbe sind aber ziemlich theuer, und man bedient sich deshalb in der Regel massiver Roststäbe und ersetzt sie durch andere, sobald sie sich abgenutzt haben.

Digitized by Google

Diese Wiederherstellung der Roststäbe ist ziemlich theuer. Die Maschinenbaumeister der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester rechnen, daß man die Roststäbe einer Maschine jährlich dreimal erneuern müsse, und Andere geben die Regel, daß man alle Roststangen erneuern müsse, sobald der Dampfwagen 10,000 Kilometer zurückgelegt hat.

Die mit Coke geheizten Heerde haben in der Regel 28 Centimeter Tiefe und 81 Centimeter Breite. Diejenigen welche mit Steinkohlen geheizt werden, sind etwas kleiner.

Der Heerd ist am Boden des Kessels befestigt, und man hat in Frankreich den Versuch gemacht, ihn unter dem Kessel zu verlängern und dadurch seine Capacität zu vermehren; aber diese Art der Verbindung hat einen sehr schlimmen Fehler: die Flamme, welche sich vom Heerd aus erhebt, schlägt unmittelbar gegen die Verbindung des den Kessel bildenden Cylinders und des kreisförmigen Bodens, und wenn der Kessel nebst dieser runden Schlußtafel aus Blech angefertigt ist, so wird der Theil, gegen welchen die Flamme schlägt, sehr bald schadhaft. Man könnte wohl diese Stelle noch mit Kupfer überziehen, weil dieses Metall im Feuer dauerhafter ist als das Eisenblech.

Man hat Feuerheerde sowohl aus Kupfer, als aus Eisenblech hergestellt. Die kupfernen kommen weit theurer zu stehen, dauern aber länger; auch kann man, wenn sie schadhaft geworden sind, das alte Kupfer vortheilhafter verkaufen, als das halbverbrannte Eisenblech, nachdem es z. B. zwei Jahre lang die Wirkung eines heftigen Feuers ausgehalten hat.

Das zur Speisung des Kessels nöthige Wasser befindet sich, wie schon bemerkt worden, in einem blechernen Kasten auf einem kleinen, an die Maschine angehängten Wagen. Aus diesem Gefäß wird es mittelst eines ledernen Schlauches gehoben, dessen

Oeffnung mittelst eines Hahnes regulirt wird. Dieser Schlauch steht mit einer kleinen Speisepumpe in Verbindung, welche durch die Maschine in Thätigkeit gesetzt wird und dazu dient, das Wasser in den Kasten des Feuerheerdes und in den Kessel zu fördern; da aber jede wägbare Quantität Dampf, welche in den Cylinder übertritt, im Kessel durch ein entsprechendes Gewicht Wasser ersetzt werden muß, so wird der Kasten nach einer gewissen Zahl von Kolbenzügen leer. Um ihn von Neuem zu füllen, richtet man längs der Straßenlinie innerhalb gewisser Entfernungen hölzerne, oder blecherne Behälter ein, welche in einer Höhe von 10 Fuß aufgestellt sind und von einem Arbeiter beständig gefüllt erhalten werden. Wenn die Maschine bei diesen Behältern anlangt, so hält sie an, und mittelst eines Hahnes am untern Theile des Behälters und einer beweglichen Verbindungsröhre, läuft das Wasser in den Behälter des Begleitwagens der Maschine.

Dieses Wasser ist in der Regel beim Austritt aus dem Behälter ganz kalt und es erwärmt sich, wie bereits bemerkt worden, entweder in den Abtheilungen des Heerdes, oder zwischen den gußeisernen Wänden auf dem Boden des Heerdes, welche den Kessel tragen. So ist wenigstens die Einrichtung der französischen Dampfwägen. Auf der Eisenbahn von Liverpool erwärmt man das Wasser, weil man das Gewicht der Wägen sehr zu vermindern suchte, damit eine größere Geschwindigkeit möglich würde, schon in den Behältern, in welche es gepumpt wird; und so hat es gemeiniglich eine Temperatur von 40° bis 50°, wenn es aus dem feststehenden Behälter in den Behälter der Maschine übertritt. Dieses Heizen bewerkstelligt man durch den Dampf, und der Ueberschuß des nicht verdichteten Dampfes dient dazu, eine Maschine zu bewegen, welche Wasser pumpt. Zu

Digitized by Google

Darlington wird das Wasser durch eine Windmühle gepumpt, die sich von selbst nach dem Winde stellt und blos eine geringe Aufsicht von Seiten eines Mannes erheischt, welcher zu gleicher Zeit das Wägen der Wägen besorgt, die hier anhalten.

Alle Kessel der Dampfwägen müssen mit einer kleinen Röhre von 1 Centimeter Durchmesser an ihrem Ende versehen seyn, welche den Wasserstand im Kessel anzeigt; und diese Röhre muß vom Maschinisten mit großer Sorgfalt beobachtet werden; denn wenn der Wasserstand in Folge einer Verstopfung der Speisepumpe zu tief fällt, was auch geschehen kann, wenn der Hahn des Behälters nicht weit genug geöffnet ist, so werden diejenigen Theile des Kessels, die inwendig nicht mit Wasser in Berührung stehen, bald glühend und von der Flamme consumirt.

Man bringt auf dem Kessel zwei Sicherheitsventile mit Hebelarmen an und belastet sie mit einem Gewichte, was etwa einem Drucke von drei Atmosphären, oder von drei Kilogramm auf das Quadratcentimeter der Oeffnung des Ventiles entspricht. Es bietet sich bei dieser Gelegenheit eine ganz sonderbare Erscheinung dar. Wenn sich die Maschine im Gange befindet, ja selbst dann, wenn sie in Federn hängt, so versetzt jeder Stoß den Hebel ins Schwanken und öffnet das Sicherheitsventil, so daß der Druck aussetzend ist und der Dampf rasch entweicht. Dieser Nachtheil ist so merklich, daß man auf den Eisenbahnen in der Gegend von Newcastle den Hebel des Sicherheitsventiles, während der Dampfwagen im Gange war, mittelst eines eisernen Hakens festzustellen pflegte und denselben nicht eher wieder abnahm, als bis die Maschine anhielt; denn im letztern Falle hat man hauptsächlich die Anhäufung des Dampfes und die damit verbundenen Zufälle zu befürchten. So lange der Dampfwagen im Gange ist,

wird der Dampf eben so schnell verwendet, als er erzeugt wird, und es ist wenig Gefahr vorhanden, sobald der Kessel immer eine hinlängliche Quantität Wasser hat. Bei obiger Einrichtung befand sich indessen der Dampfwagen während seines Laufes des Sicherheitsventiles gänzlich beraubt, und diese Art von Wagniß konnte unmöglich auf der Eisenbahn zwischen Liverpool und Mancheſter, wo so viele Passagiere transportirt werden, eine Nachahmung finden. Auf dieser Eisenbahn hat man die Belastung der Sicherheitsventile durch eine Feder am Ende des Hebelarmes ersetzt, die einen gleich großen Druck ausübt; alsdann hebt sich das Ventil nicht durch die Stöße der Bewegungen der Maschine. Man kann indessen mit einigem Grund befürchten, daß eine Feder bald mehr, bald weniger steif wird, und man hat auf diese Weise kein sehr genaues Maaß des Dampfdruckes im Kessel. In Frankreich ist man auf ein Mittel verfallen, welches größere Sicherheit darbietet. Es besteht darin, zwischen dem Hebelarm und der kleinen Scheibe, welche über der Oeffnung des Ventiles liegt, eine doppelte Feder anzubringen, welche die ganze Wirkung der Schwankungen des Gewichtes am Ende des Hebels aufhebt.

Auf diese Weise ist das Ventil in seinen Bewegungen immer frei, der Dampfwagen mag im Gange oder im Zustande der Ruhe sich befinden.

Ventilation.

Es ist bereits erwähnt worden, daß der Schlot der bei Darlington, wie auch auf den Eisenbahnen in der Gegend von Newcastle gebräuchlichen Dampfmaschinen nur höchstens 10 Fuß hoch ist; daß er keinen hinlänglichen Zug für einen so kleinen Heerd gibt, wie ihn diese Dampfwägen besitzen,

Digitized by Google

indem nämlich die Geschwindigkeit, mit welcher die heiße Luft in einem Schlote von einer solchen Höhe aufsteigt, nicht viel mehr als 4 Meter in der Sekunde betragen mag; folglich darf die Quantität Luft, welche für einen Durchschnitt des Heerdes von etwa zwei Quadratfuß zuströmt, höchstens 1 Kubikmeter in der Sekunde betragen. Die geringste Abnahme der lebhaften Verbrennung vermindert indessen die Kraft der Dampfwägen fast augenblicklich um ein Drittel oder um die Hälfte; denn der obere Theil des Kessels, welcher leer bleibt, kann nur eine sehr beschränkte Quantität Dampf fassen, wovon ein Theil durch jeden Kolbenzug der Cylinder absorbirt wird.

Wenn also diese Quantität Dampf nicht beständig mit Hülfe einer sehr lebhaften Verbrennung erneuert wird, so muß der Dampfwagen nach einigen Minuten stille stehen.

Diese Schlöte noch mehr zu erhöhen, war, wie bereits gesagt, mit großen Schwierigkeiten verbunden, denn diese beträchtlichere Erhöhung müßte, wenn sie von Nutzen seyn soll, wenigstens noch 10 Fuß betragen, und dann hätte man alle Brücken (die Uebersetzungen der Communalwege) und unterirdischen Durchfahrten auf der Eisenbahnlinie sehr beträchtlich erhöhen müssen, was häufig unmöglich gewesen wäre, oder man hätte an den Schlöten ein Scharnier wie auf den Dampfbooten anbringen müssen. Andern Theils würde ein solcher Schlot während des Laufes des Dampfwagens leicht eine schwankende Bewegung angenommen haben, durch welche alle Theile der Maschine erschüttert worden wären; und dieses läßt sich sogar auf der ziemlich kurzen Eisenbahn bei Leeds bemerken, auf welcher ein Dampfwagen mit einer über 20 Fuß hohen Schlotröhre im Gange ist.

Um diesen mangelhaften Zug zu verbessern, läßt Hr. G. Stephenson den Dampf, welcher aus

dem Cylinder entweicht, nachdem er hier benutzt worden ist, in den Schlot streichen, um die Geschwindigkeit desselben zur Erzeugung einer raschen Strömung zu benutzen, durch welche die Verbrennung belebt wird. Dieses ist ihm auch aufs Vollkommenste gelungen, nur muß, damit der Dampfstrahl seine ganze Wirkung hervorbringe, der untere Kasten des Schlotes, wo der Dampf einstreicht, für die äußere Luft undurchdringlich seyn, so daß eben der Dampfstrahl dicht hinter sich einen luftleeren Raum erzeugt. Außerdem ist es auch von Nutzen, den Dampfstrahl ganz unmittelbar und in der Richtung der Axe der Schlotröhre eintreten zu lassen. Deshalb brachte man die Cylinder unmittelbar unter den Schlot, so daß der Dampfstrahl direct in denselben eintreten kann und durch keine Reibung in den Austrittsröhren behindert wird. Diese Reibung wird mehr oder weniger merkbar, wenn die Cylinder an beiden Seiten des Kessels angebracht sind.

Hierauf begann man den Durchmesser der Austrittsröhren zu vermehren und sie im Schlote zu einer einzigen Röhre zu vereinigen, welche eine vertikale Richtung hat und sich oben mit einer Mündung in Gestalt eines abgestutzten Kegels, wie ein Mundstück, endigt. Diese Verengerung der Austrittsröhre des Dampfes scheint auf das Resultat einen sehr vortheilhaften Einfluß zu haben, indem der Dampfstrahl sich in derselben Lage befindet, wie die Luft, welche aus einem Stubenblasebalg herausdringt. Die Austrittsröhren des Dampfes haben in der Regel gleich denen, welche den Dampf aus dem Kessel in den Cylinder leiten, ein Decimeter oder vier englische Zoll Durchmesser.

Wenn die Maschine in Thätigkeit ist, so trifft der aus den Cylindern entweichende Dampf im Schlote einen Strom warmer Luft, welcher aus dem Heerde kommt und schon eine gewisse Aufsteigungsgeschwin-

Digitized by Google

digkeit besitzt. Er treibt ihn vermöge seiner größern Geschwindigkeit vor sich her, läßt hinter sich einen luftleeren Raum zurück und erzeugt eine heftige Strömung von Luft, welche sich in den Heerd stürzt. Diese Luftströmung belebt die Verbrennung, und im Kessel entsteht eine großere Quantität Dampf. Das Einstreichen dieses Dampfes in die Cylinder beschleunigt die Bewegung der Maschine, und der Austritt des Dampfes die Luftströmung, welche die Verbrennung belebt. Daraus ergibt sich nun, daß eine in Bewegung befindliche Maschine, welche beständig mit Brennmaterial und Wasser versorgt wird, unaufhörlich dahin strebt, eine geschwindere Bewegung zu erhalten, sobald sie sich immer in einer geraden Linie auf einer horizontalen Bahn befindet, so daß ihre Geschwindigkeit nicht durch die Reibung in den krummen Linien oder durch den Theil ihres Gewichtes, welcher bei zunehmender Steigung zerlegt wird, sich ganz erschöpft. Auf der andern Seite leuchtet es auch ein, daß, wenn die Maschine sich langsam bewegt, die in den Schlot dringenden Dampfstrahlen aussetzender Art seyn müssen und folglich in demselben keine ununterbrochene Strömung erregen können. Der Eintritt der Luft in den Heerd wird mit keiner Geschwindigkeit stattfinden, die Dampferzeugung wird schwach seyn und die Maschine wird stillstehen, nachdem sie die Quantität des im Kessel bei der Abfahrt angehäuften Dampfes consumirt hat. Daraus geht hervor,

1) daß man das Gewicht berechnen müsse, welches die Maschine dergestalt fortzuschaffen hat, daß sie sich mit einer hinlänglichen Geschwindigkeit fortbewegt;

2) daß es von Nutzen sey, weite und kurze Cylinder zu haben; denn alsdann dringen die Dampf-

ſtrahlen häufiger in den Schlot, weil ſie mit jedem Kolbenzuge entweichen.

Will man die Maſchine anlaſſen oder in Bewegung ſetzen, ſo heizt man erſt den Keſſel mit einer Miſchung von Steinkohlen und Holz, um ein lebhaftes Feuer zu bekommen, bei welchem die Temperatur des Waſſers über 100° C. ſteigt und hinlänglicher Dampf erzeugt wird, ſo daß die Maſchine ihr eignes Gewicht fortbewegen kann. Hat der Maſchiniſt dieſen Punkt erreicht, ſo läßt er die Maſchine an und fährt mit ihr allein fort. Der Dampf tritt in die Cylinder, entweicht aus denſelben und erzeugt nach und nach eine äußerſt raſche Luftſtrömung im Schlote. Man wirft abgeſchwefelte Steinkohlen auf den Heerd; ſie beginnen zu brennen, und die Temperatur ſteigt im Keſſel. Der Dampf wird in großer Quantität und von höherer Spannung erzeugt; er bringt alſo eine weiten ergiſchere Wirkung hervor, und die Bewegung der Maſchine wird beſchleunigt. Nach und nach erlangt das Waſſer 150° oder 160°, und der Keſſel iſt mit einer für den verlangten Druck hinlänglichen Quantität Dampf gefüllt. Alsdann hebt ſich das Ventil, und die Maſchine bekommt ihren Wagenzug. Man füllt ihren Behälter mit Waſſer, wenn er bei dieſem vorläufigen Verſuch eine gewiſſe Quantität verloren hat, worauf die Maſchine abreiſen kann. Gewöhnlich muß man den Keſſel eine oder anderthalb Stunden lang heizen, ehe die Temperatur hinlänglich ſteigt, und der Dampf bis zu einem Druck von vier Atmoſphären gelangt.

Auf der Eiſenbahn zwiſchen Lyon und St. Etienne bedient man ſich einer andern Ventilationsart, die wir hier beſchreiben wollen, obſchon ſie gegenwärtig allgemein durch das Einſtreichen des benutzten Dampfes in den Schlot verdrängt iſt. Dieſes Mittel beſtand darin, auf den an dem Dampfwagen

angehängten Begleitwagen einen Ventilator zu bringen, der durch Laufriemen in Bewegung gesetzt wurde, die über eine große, an einem Rade des Begleitwagens aufgezogene Scheibe geschlagen waren. Dieser Ventilator hätte aus einem Cylindergebläse bestehen können, aber man hatte es als einfacher erfunden, ähnliche Flügel anzuwenden, wie in den sogenannten Getreideschwingmaschinen. An jeder Seite des Begleitwagens war ein oblonger Kasten aus Bretern angebracht, in welchem sich ein Rad mit vier Flügeln oder Schwingblättern drehte, welches in der Mitte seines Kastens die Luft einsaugte und sie in einen ledernen Schlauch trieb, welcher an dem Ventilator befestigt war und unter den Heerd lief. Mit dieser Einrichtung war die Unannehmlichkeit verbunden, daß sich für dieselbe eine gewisse Quantität Bewegungskraft nothwendig machte. Außerdem kam die Unterhaltung der ledernen Schläuche und der Riemen ziemlich theuer zu stehen.

Transportkosten bei Anwendung der Locomotivmaschinen oder Dampfwägen.

Es liegt auf der Hand, daß die Transportkosten bei Anwendung von Dampfwägen sehr verschieden seyn müssen, je nach der Geschwindigkeit, mit welcher man die Transporte fortzuschaffen gedenkt. Will man sich auf bedeutende Geschwindigkeiten beschränken, wie z. B. auf der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester, so wird bei jeder angewendeten Maschine derselbe Fall, wie bei einem Zugpferde, eintreten: sie wird nämlich im Verhältnisse zu ihrer absoluten Kraft nur ein ziemlich geringes Gewicht fortschaffen können und bald schadhaft werden; die Verbindungsstellen ihrer verschiedenen Theile werden locker werden,

Digitized by Google

und die rasche Verbrennung wird die Wandungen des Heerdes und die Röhren des Kessels zerstören. Daraus folgt nun, daß, um einen regelmäßigen Dienst mit großer Geschwindigkeit sicher zu stellen, eine beträchtliche Zahl von Maschinen vorräthig seyn müsse. Wir wollen indessen für einen Augenblick den Fall dieser großen Geschwindigkeit, die nur mit Nutzen für den Transport der Passagiere anwendbar bleibt, bei Seite setzen und annehmen, daß die Maschinen blos mit Frachtgütern beladene Wägen fortschaffen sollen, und zwar mit einer Geschwindigkeit von 10 bis 11000 Meter auf die Stunde, welche Geschwindigkeit die Dampfwägen auf der Eisenbahn von Darlington und auf derjenigen von St. Etienne nach Lyon besitzen, und welche für den Transport aller Arten schwerer Frachtgüter wenigstens ausreichend ist.

Das Gewicht der Dampfwägen, wie man sie gegenwärtig baut, beträgt 5000 bis 7000 Kilogramm, und dazu kommen noch ungefähr 3000 Kilogramm für den mit Wasser und Brennmaterial beladenen Begleitwagen. Man kann also die Last des Dampfwagens sammt dem Wasser in seinem Kessel und seinem Begleitwagen etwa auf 9 Tonnen anschlagen. Bevor sich der Dampfwagen in Bewegung setzen kann, muß seine Maschine die Reibung der ganzen Last oder $\frac{9}{200}$ Tonnen = 45 Kilogramm überwinden; bewegt er sich außerdem an einer Steigung, so wird ein Theil dieser Last noch einen Widerstand erzeugen, welcher betragen wird bei einer Steigung

Von	1	Mill.	auf	den	Met.	9 Kilogr.
—	2	=	=	=	=	18 —
—	3	=	=	=	=	36 —
—	5	=	=	=	=	45 —
—	10	=	=	=	=	90 —
—	15	=	=	=	=	135 —

Digitized by Google

An einer Steigung von 5 Millimeter auf das Meter wird also der Widerstand, den die Maschine besiegen muß, um sich nur selbst fortzubewegen, doppelt so groß seyn, als derjenige, der aus der Wirkung ihres eignen Gewichtes auf die Axen hervorgeht. Bei 10 Millimeter auf das Meter wird dieser Widerstand dreifach, und bei 15 Millimeter vierfach seyn. Alle Anhaftung des Radkranzes auf einer geneigten Schiene bei Seite gesetzt, muß doch eine ansehnliche Quantität der Kraft der Dampfmaschinen verwendet werden, um ihr eignes Gewicht über eine gewisse Grenze der Steigung hinaus fortzubewegen, so daß in dem Verhältnisse, in welchem die Steigung zunimmt, man nur einen um so kleineren Theil der Kraft der Maschine als Nutzeffect betrachten kann.

Dampfmaschinen auf einer horizontalen Eisenbahn.

Auf einem Theile der Eisenbahn zwischen St. Etienne und Lyon, wo die Steigung nur ½ Millimeter auf das laufende Meter beträgt, zieht ein Dampfwagen, welcher mit seinem Begleitwagen 9 Tonnen wiegt, 10 beladene Wägen oder 40 Tonnen 11000 Meter weit in der Stunde, oder ungefähr 3 Meter weit in der Sekunde. Er durchläuft mit diesem Wagenzuge 18 Kilometer, bringt die leeren Wägen zurück und macht im Ganzen drei vollständige Reisen hin und her in einem Tage.

Reibung der Maschine 9000 Kilogr. × 0,005	45,00	Kilogr.
Reibung von 10 Wägen = 40 Tonnen 40,000 Kilogr. × 0,005	200,00	—
Latus	245,00	Kilogr.

Transport	245,00 Kilogr.
Zerlegtes Gewicht der Maschine 9000 Kilogr. × 0,0005 . .	4,50 Kilogr.
Zerlegtes Gewicht der Wägen 40000 Kilogr. × 0,0005	20,00 —
Summe	269,50 Kilogr.

Wird diese Last mit einer Geschwindigkeit von 3 Meter in der Sekunde fortgeschafft, so ist der Effect = 808,5 Kilogr. mit einer Geschwindigkeit von 1 Meter in 1 Sekunde, was etwa der Kraft von 11 Pferden gleichkommt. Die Maschine erzeugt indessen in der Stunde 6 bis 700 Kilogr. Dampf, welche Quantität bei den feststehenden Dampfmaschinen wenigstens einer Kraft von 20 Pferden gleichkommen würde. Man muß jedoch berücksichtigen, daß die Bahn, welche die Dampfwägen durchlaufen, nicht regelmäßig in ihrer Steigung ist, denn auf eine Länge von etwa 1000 Meter beträgt die Steigung 2 Millimeter auf das Meter, wodurch der Widerstand bis auf 343 Kilogr. vermehrt wird. Außerdem ist noch zu berücksichtigen, daß die Schwierigkeiten des Terrains nicht gestattet haben, die Bahn immer in ganz gerader Linie, oder wenigstens in Curven von sehr großem Halbmesser fortzusetzen. Diese Bahn hat nämlich viele Krümmungen, und mehrere derselben haben nicht mehr, als 500 Meter Halbmesser. Daraus entsteht nun, wie wir gesehen haben, eine sehr beträchtliche Reibung. Endlich ist in der Regel bei einem Dampfwagen das Verhältniß des resultirenden Effectes zur Größe der Kraft geringer, als bei den feststehenden Dampfmaschinen, und diese Bemerkung kann hauptsächlich auf den Maschinen dieser Eisenbahn Anwendung finden, die in ihrer Construction noch bei weitem nicht vollkommen genannt werden können.

Digitized by Google

Auf der Eisenbahn von Manchester und Liverpool kann man die ganze Bahnstrecke als ziemlich horizontal betrachten; mit Ausnahme der Höhe, die den Namen Rain-Hill führt und einen Hülfsdampfwagen nöthig macht. Auf dem übrigen Theile der Bahn betragen die stärksten Neigungen auf den laufenden Meter höchstens $\frac{1}{800}$ oder $1\frac{1}{4}$ Millimeter. Nach dem Rechnungsauszuge dieser Eisenbahn, der am Ende dieses Werkes mitgetheilt werden wird, transportiren die Dampfwägen gewöhnlich 45 Tonnen Frachtgüter, was ungefähr auf 70 Tonnen hinauskommt, weil die Wägen schwerer sind und weniger belastet werden, als auf der Eisenbahn zwischen Lyon und St. Etienne. Sie fahren in zwei Stunden von Liverpool nach Manchester, was eine Entfernung von 48 Kilometer beträgt, so daß sie also 7 Meter in der Sekunde zurücklegen.

Der Widerstand auf 7 Meter in der Sekunde besteht also aus:

Reibung der Maschine 9 × 0,005	45,00 Kilogr.
Desgleichen von 70 Tonnen à 0,004 auf die Tonne, statt 0,005, wie oben (wegen der kleinen, auf dieser Bahn angewendeten Axen)	280,00 Kilogr.
Steigung ½ Millimeter im Durchschnitt (Maschine)	4,50 Kilogr.
Zerlegtes Gewicht (angehängte Wägen)	35,00 Kilogr.
Summe	364,50 Kilogr.

Der Effect dieser Maschinen übertrifft also denjenigen der Maschinen auf der Eisenbahn von Lyon und St. Etienne bei weitem, und dieser Vorzug beruht zum Theil in der bessern Construction der englischen Dampfwägen, welche mit besonderm Fleiße gearbeitet sind. Außerdem besteht die Eisenbahn von Liverpool

Digitized by Google

und Mancheſter größtens aus geradlinigen Theilen und aus Krümmungen von ſehr großem Halbmeſſer, — alles Umſtände, durch welche die Schwierigkeiten, die aus der Reibung des Spurkranzes entſtehen, ſehr vermindert werden, ſo daß die Dampfwägen den Effect der erlangten Geſchwindigkeit reichlich benutzen können. Den engliſchen Journalen zur Folge haben die Dampfmaſchinen auf der eben genannten Eiſenbahn oft weit größere Laſten gezogen, als wir eben angegeben haben. So erzählt z. B. das Edinburgh Review (Oct. 1832), daß ein Dampfwagen 100 Tonnen in 1½ Stunde von Liverpool nach Mancheſter befördert habe, und noch ſpäter werden neue Maſchinen erwähnt, welche bis 140 Tonnen transportirt haben ſollen. Um aber den Nutzeffekt dieſer Maſchinen zu ſchätzen, iſt es weit richtiger, einen mittleren Durchſchnitt ihrer Leiſtungen als den Fall einer außerordentlichen Kraftanſtrengung zu nehmen, der eine mehrtägige Reparatur der Maſchine zur Folge gehabt haben kann.

Auf der Eiſenbahn von St. Etienne und Lyon, und zwar auf derjenigen Strecke derſelben, die wir als Beiſpiel angenommen haben, beſteht die tägliche Unterhaltung eines Dampfwagens aus Folgendem:

Intereſſen von 12,000 Fr. (Preis der Maſchine) zu 5 Proc. betragen 600 Fr. jährlich oder täglich . .	1 Fr. 70 Cent.
400 Kilogramm abgeſchwefelte Steinkohlen auf die Reiſe, folglich für drei Reiſen (wenn 100 Kilogr. abgeſchwefelte Steinkohlen 75 Cent. koſten) täglich	9 = — =
Maſchiniſt und Heizer . . .	6 = 60 =
Speiſewaſſer in den Waſſerſchlöſ=	
Latus . .	17 Fr. 30 Cent.

Digitized by Google

Transport . .	17 Fr.	30 Cent.
sern (30 Centim. für das Pumpen des Wassers in jedem Wasserschloß; man rechnet eine zweimalige Wassereinnahme auf diese Strecke, und dieses beträgt also für drei Reisen hin und her)	3 =	60 =
Oel und Fett	2 =	— =
Geringe tägliche Reparaturen ausserhalb der dazu bestimmten Werkstätte	3 =	— =

Bedeutende jährliche Reparaturen.

An Kesseln, Röhren und Speisepumpe	800 Fr.		
An Axen, Federn und Axenlagern	300 =		
An Heerdkasten und Roststangen	600 =		
An Rädern und eisernen Reifen	500 =		
An Abnutzung der Kolben und der beweglichen Stücke . . .	400 =		
	Fr. 2600,		
	oder täglich	7 Fr.	22 Cent.
Man muß wenigstens rechnen, daß von zwei Maschinen sich eine in Reparatur befindet, und folglich hat man für die in Thätigkeit befindliche Maschine die Interessen des Capitales der ersten Anschaffung zu verdoppeln, weshalb hier nachgetragen werden muß . . .	1 =	70 =	
Für Unterhaltung der Werkstät-			
Latus . .	34 Fr.	82 Cent.	

Transport . .	34 Fr. 82 Cent.
ten und Werkzeuge zu den Reparaturen und für Besoldung des Mechanikus, unter dessen Aufsicht die Reparaturen gemacht werden	2 = 18 =
Summe . . .	37 Fr. — Cent.

Eine Maschine, welche soviel kostet, transportirt täglich 90 Tonnen 18 Kilometer weit, so daß also eine Tonne 1 Kilometer weit zu transportiren 0,022 Franks kostet.

Auf der Eisenbahn von Liverpool und Manchester kostet, wie aus dem letzten Bericht hervorgeht (siehe den Anhang dieses Werkes) jede Dampfwagenfahrt mit 45 Tonnen im Durchschnitt 60 Fr. und zwar wie folgt:

Ankauf und Transport der abgeschwefelten Steinkohlen . . .	12 Fr. 70 Cent.
Für Aufladen des Brennmaterials und Wasserversorgung . .	1 = 54 =
Fett, Oel und Hanf für die Kolben	3 = 70 =
Röhren aus Kupfer und Messing, Eisenwerk und Kessel . .	15 = — =
Arbeiter, welche die Reparaturen in der Werkstatt besorgen .	18 = 72 =
Maschinisten und Heizer . .	4 = 5 =
Reparaturen außerhalb der Werkstätten	4 = 29 =
Summe . . .	60 Fr. — Cent.

Um dieselben Ansätze wie in der vorhergehenden Rechnung zu haben, müßte man noch die Interessen von allen Maschinen hinzufügen, welche auf dieser Eisenbahn benutzt werden. Es sind der Zahl nach 34 im Gange, und ihre Anschaffung hat ein Capital von 580,000 Fr. in Anspruch genommen. Die Interessen

Digitized by Google

dieſer Summe zu 5 Procent betragen 29000 Fr. und müſſen auf 5500 Reiſen repartirt werden (ſo viel Reiſen werden nämlich in einem halben Jahre vollbracht, ſiehe den Anhang), ſo daß auf die Reiſe noch 5 Fr. 27 Cent. kommen. 45 Tonnen von Liverpool nach Mancheſter, alſo 48 Kilometer weit, mit einer Dampfmaſchine zu transportiren, koſten demnach der Eiſenbahn-Geſellſchaft 65 Fr. 27 Cent., ſo daß eine Tonne 1 Kilometer weit zu transportiren, auf 3 Cent. zu ſtehen kommt. Dabei muß übrigens bemerkt werden, daß darunter auch die Koſten mit begriffen ſind, welche die Erſteigung der Anhöhe Rainhill mittelſt eines Hilfsdampfwagens herbeiführt, ſo daß man die Transportkoſten einer Tonne aufs Kilometer wenigſtens auf 2¾ Cent. reduciren muß. Dabei kommt noch in Anſchlag, daß dieſe Dampfwägen mit einer großen Geſchwindigkeit laufen, und daß der Preis der Handarbeit und der Fabrikation in England in der Regel weit höher ſteht als in Frankreich.

Im Durchſchnitte kann man rechnen, daß auf einer ziemlich horizontalen Eiſenbahn und in Gegenden, wo das Brennmaterial wohlfeil iſt, ferner auch unter der Vorausſetzung, daß der Hauptwaarentransport blos eine einzige Richtung verfolgt, der Transportpreis durch Dampfwägen in Frankreich für die Tonne auf das Kilometer 2,2 Cent. zu ſtehen kommt. Unter denſelben Umſtänden und wenn die Wägen immer leer zurückkehren, kommt die Tonne auf das Kilometer, wenn der Transport durch Pferde geſchieht, ziemlich 5 Cent. zu ſtehen. Folglich wird die Hälfte bei Anwendung der Dampfmaſchinen erſpart.

Bei dieſen Berechnungen iſt nicht mit Rückſicht genommen auf die Reduction der Zahl der zum Dienſte nothwendigen Wägen, welche aus der Geſchwindigkeit der Dampfmaſchinen hervorgeht; auf der andern Seite wird aber auch die ſehr große Abnutzung der

Wägen in Folge dieser Geschwindigkeit des Transportes nicht mit in Anschlag gebracht. Diese beiden Quantitäten lassen sich nicht leicht ganz genau schätzen, und wir nehmen deshalb an, daß sie sich so ziemlich einander ausgleichen.

Wenn die Wägen auch beladen zurückkehren könnten, wie sie es auf dem Hinwege waren, so würde die Tonne auf das Kilometer nothwendiger Weise wohlfeiler transportirt werden können, jedoch würde der Transportpreis nicht ganz auf die Hälfte des oben angegebenen Preises reducirt werden können, indem dann auch die Maschinen eine größere Abnutzung erfahren müßten. Eben so würde es sich verhalten, wenn der Transport durch Pferde bewirkt werden sollte; sie würden genöthigt seyn, auf dem Rückwege eine weit größere Anstrengung zu machen, und der Transportpreis könnte nicht bis auf die Hälfte von 5 Cent. herabsinken. Im Ganzen würde also der Vortheil noch sehr merklich auf Seiten der Dampfwägen liegen, denn bei Anwendung dieses Fortschaffungsmittels kostete der Transport einer Tonne auf 1 Kilometer wenig über 1¾ Cent.

Dampfwägen an einer Steigung von 6 Millimeter auf das Meter.

Wir wählen diese Neigung von 6 Millimeter, weil man alsdann darauf rechnen kann, daß die Wägen blos durch die Wirkung der Schwerkraft bergab rollen, während sie auf schiefen Flächen von geringerer Neigung zu leicht in Krümmungen aufgehalten werden.

Wenn die Wägen also durch ihre Schwerkraft bergab rollen, so beschränkt sich die Anwendung der

Digitized by Google

Bewegungsmittel blos auf das Zurückschaffen der Wägen.

Um gleiche Ansätze in unsern Rechnungen zu haben, nehmen wir immer an, daß die Reibung der Wägen $\frac{1}{200}$ ihrer Last, nicht aber $\frac{1}{240}$ derselben betrage, wie man sie geschätzt hat, wenn die Wägen mit kleinen Axen versehen sind. Der Werth von $\frac{1}{200}$ nähert sie in der That auch mehr dem mittlern Widerstande, den der Wagen wirklich unter allen zufälligen Umständen erfährt, welche seinen Gang in den Krümmungen aufhalten können, oder welche die Oberfläche der Schinen für die Bewegung weniger geeignet machen.

Auf der Eisenbahn von St. Etienne und Lyon besitzt eine Strecke von 14 Kilometer diese Neigung von 6 Millimeter auf das Meter, und es sind auf derselben Dampfwägen und Pferde gemeinschaftlich in Thätigkeit, um die Wägen zurückzuschaffen.

Jeder Dampfwagen führt 20 leere Wägen zurück und macht drei Reisen, führt also täglich 60 leere Wägen zurück. Diese Leistung stimmt auch mit der Schätzung überein, welche wir für die Kraft dieser Maschine gegeben haben; denn es ist zu überwinden:

Reibung der Maschine, 9 Tonnen × 0,005	45	Kilogr.
Reibung der 20 Wägen à 1000 Kilogr., 20 Tonnen × 0,005 . .	100	"
Steigung ꝛc. Maschinen 9 Tonnen × 0,006	54	"
Wägen, 20 Tonnen × 0,006 .	120	"
Summe . . .	319	Kilogr.

Diese Leistung ist etwas geringer als diejenige der Maschine auf dem horizontalen Theile der Bahn, wo sie einen Widerstand von 343 Kilogr. mit einer

Geschwindigkeit von 3 Meter in der Sekunde zu überwinden hatte. Aber die vielen Krümmungen, welche dieser zweite Theil der Schienenbahn darbietet, sind wohl ausreichend, um die scheinbare Differenz der beiden Resultate zu erklären.

Wir haben also von jeder Maschine täglich 60 Wägen 14 Kilometer weit zurückgeführt, aber wir müssen den Aufwand für die Maschinen mit 40 Fr. statt mit 37 in Ansatz bringen, weil die Maschinen an einer Steigung weit mehr schadhaft werden, als auf horizontaler Ebene, was darin seinen Grund hat, daß ihre Kraft an einer Steigung ununterbrochen angewendet werden muß, während sie auf horizontaler Ebene durch die Wirkung der erlangten Geschwindigkeit viel gewinnen.

60 Wägen multiplicirt mit 14 Kilometer gibt 840 auf 1 Kilometer. Und dividirt man 40 Fr. mit dieser Zahl, so beträgt der Transportpreis eines Wagens, welcher 1 Kilometer weit zurückgeschafft ist, 4,7 Centimen.

An einer solchen Steigung vermag ein Pferd täglich 5 Wägen zurückzuziehen, und man bedürfte also 12 Pferde für 60 Wägen. Kommt nun ein Pferd täglich auf 5 Fr. zu stehen, so würde ein Wagen 1 Kilometer weit zurückzuschaffen 7 Cent. kosten. Die Dampfmaschinen gewähren also im Vergleiche mit den Pferden noch einen merklichen Vortheil.

Es verdient indessen bemerkt zu werden, daß der Dampfwagen, um drei Rückreisen ohne Zeitverlust machen zu können, an den Ladungsplätzen, wo er den einen Wagenzug lassen und einen andern wieder mitnehmen soll, sehr leicht muß abgenommen werden können. Ereignet sich nur irgend etwas, wodurch die Rückkehr der Dampfmaschine erschwert wird, so kann sie nicht mehr drei Reisen machen. Die Pferde gewähren den Vortheil, die Wägen besser nach dem

Digitized by Google

zum Aufladen bestimmten Punkte hinzuführen und kommen leichter aus den Schwierigkeiten dieser Theile der Bahnstrecken, die in der Regel sehr versperrt sind.

Unter der Voraussetzung, daß die Wägen belastet zurückkehren, kann ein Dampfwagen höchstens jede Reise 6 beladene Wägen, oder täglich 18 zurückführen. Wenn also die Rückkehr die Hälfte dessen, was auf der schiefen Fläche hinabgefahren ist, beträgt, so müßte man eine beträchtliche Zahl solcher Maschinen, wie auf der Eisenbahn von Lyon haben; aber diese Maschinen stehen denen auf der Eisenbahn von Liverpool und Manchester sicherlich nach.

Dampfwägen an Steigungen von 10 Millimeter auf das laufende Meter.

Bei diesem Betrage der Steigungen wird derjenige Theil der Last des Dampfwagens, welcher auf der Steigung zerlegt wird, sehr beträchtlich.

Nehmen wir an, daß der Widerstand, den ein Dampfwagen mit seiner gewöhnlichen Geschwindigkeit überwinden kann, 340 Kilogramm beträgt, so hat man an einer Steigung von 10 Millimeter:

Reibung der Maschine, 9 Tonnen × 0,005	45	Kilogr.
Last der Maschine, 9 Tonnen × 0,010	90	"
Summe . .	135	Kilogr.
Abzuziehen von	340	"
Bleiben . .	205	Kilogr.

An dieser Steigung beträgt der Widerstand eines leeren Wagens wie folgt:

Reibung des Wagens, 1000 Kilogr. × 0,005	5	Kilogr.
Zerlegte Last 1000 Kilogr. × 0,010	10	"
Summe . .	15	Kilogr.

Digitized by Google

$\frac{200}{15}$ = 13 Wägen ungefähr. Diese Last könnte also der Dampfwagen haben. Nun kann man den täglichen Aufwand auf denselben wenigstens zu 45 Fr. anschlagen, weil die Neigung beträchtlich ist und weil man außerdem den Dampfwagen unmöglich mit zunehmender Geschwindigkeit die schiefe Fläche kann hinabrollen lassen, indem sonst leicht unglückliche Zufälle sich ereignen; man muß deshalb seine Leistung reduciren auf:

30 Kilometer bergab und
30 = = bergan

60 Kilometer.

Der Dampfwagen wird also täglich 13 Lastwägen für 45 Fr. 30 Kilometer bergan führen, was 11,60 Cent. für den Wagen auf 1 Kilomet. beträgt.

An derselben Steigung könnte ein Pferd, welches eine Kraft von 60 Kilogramm ausübt, 4 Wägen zurückfahren, jedoch würden 4 Wägen in diesem Falle für eine ununterbrochene Arbeit eine zu schwere Last seyn, und man muß daher, um der Wahrheit näher zu rücken, 7 Wägen auf zwei Pferde rechnen, weil diese, gleich der Maschine, durch die zu große Steigung ermüden. Man müßte zwei Umspannungen haben, um 30 Kilometer zurückzulegen, und um 14 leere Wägen zu fahren, bedürfte man 8 Pferde à 5 Fr. = 40 Fr., so daß also 9½ Cent. ein Wagen kosten würde, welcher 1 Kilometer weit zurücktransportirt wird.

Man gewinnt also bei Anwendung der Pferde für den leeren Wagen, oder für jede zurückzuschaffende Tonne, auf das Kilometer 2,10 Cent.; man muß aber auch annehmen, daß die neuen Maschinen eine weit größere Wirkung zu leisten fähig sind.

Ueber 10 Millimeter auf das laufende Meter hinaus beginnt die Möglichkeit, feststehende Dampfmaschinen mit Vortheil anzuwenden; aber dieser Vor-

Digitized by Google

theil wird erst bei 15 Millimeter auf das Meter ganz vollkommen. Man kann sogar diese Steigung als die nothwendige Grenze betrachten, denn unterhalb dieser Steigung und wenn die Richtung der Bahnstrecke nicht ganz gerade ist, braucht nur der Regen die Schienen beschmutzt zu haben, oder ein schwacher Schnee gefallen zu seyn, und die bergab gehenden Wägen sind nicht mehr im Stande, das Tau nach sich zu ziehen, welches sich von der Maschine hinter ihnen abrollt; oder die Wagenzüge müßten sehr beträchtlich seyn, was wiederum seine andern Unbequemlichkeiten hat. Auf manchen wenig geneigten Ebenen muß man bei kalter Witterung, wenn das Oel, oder die Schmiere in den Büchsen gefriert, am Wagenzuge ein Pferd anspannen, um die Aufrollung des Taues zu unterstützen, welches die Wägen nicht fortzuziehen im Stande sind (Wood pag. 212).

Man muß immer, wie wir bemerken wollen, annehmen, daß ein sehr beträchtliches Tonnengeld dazu gehört, um den Ankauf und die theure Herstellung feststehender Dampfmaschinen zu decken.

Um ihren Vorzug vor den Locomotivmaschinen an etwas beträchtlich geneigten Flächen von z. B. 0,015 Meter nur in Kürze zu bezeichnen, so erinnern wir daran, daß der Widerstand von der Reibung des Taues ungefähr $\frac{1}{12}$ seines Gewichtes beträgt und nehmen an, daß der Transport, alles eingeschlossen, aus 16 leeren Wägen, oder aus 16 Tonnen, bestehe.

Der Widerstand des Wagenzuges wird betragen:

Reibung, 16 Tonnen × 0,005	80	Kilogr.
Steigung, 16 Tonnen × 0,015	240	=
Summe . .	320	Kilogr.

Angenommen, daß die Länge der Bahnstrecke, welche die feststehende Maschine zu bedienen hat, 3000 Meter betrage, und daß der Transport mit einer

Geschwindigkeit von 8 Meter in der Sekunde fortbewegt werde, so wie wir früher berechnet haben; so bedarf man ein Tau, welches auf das laufende Meter 1 Kilogramm, oder im Ganzen 3000 Kilogr. wiegt.

Widerstand von Reibung des Taues	250	Kilogr.
Außerdem noch für Gewicht desselben, welches an der Steigung zerlegt wird	45	=
Summe . .	295	Kilogr.

Diese 295 Kilogramm drücken den Theil des Widerstandes aus, den der Transport des Bewegungsmittels verursacht.

Wenn man Dampfwägen anwendet mit ihrer Kraft von 340 Kilogr. auf 3 Meter Höhe in einer Sekunde gehoben, so müßte man deren zwei haben, um diesen Wagenzug auf die Höhe der schiefen Fläche zurückzuführen.

Denn eine Maschine verliert:

Reibung	45	Kilogr.
Last, 9 Tonnen × 0,015 . . .	135	=
Summe . .	180	Kilogr.
Abzuziehen von	340	=
Bleiben	160	Kilogr.

Und da ein Wagen, oder eine Tonne, hier einem Widerstande von 20 Kilogramm gleich zu setzen ist, so kann jeder Dampfwagen nur 8 Wägen zurückführen und muß 20 Reisen machen. Für 16 Wägen braucht man also zwei Maschinen, welche 360 Kilogramm für den Widerstand ergeben würden, der vom Transporte des Bewegungsmittels herrührt, und dieser Betrag ist größer als derjenige des Widerstandes des Taues.

Angenommen, daß täglich 300 leere Wägen zurückgebracht werden müssen, so werden nach der weiter vorn gelegten Rechnung die Kosten der feststehenden

Dampfmaschine sich ungefähr täglich auf 70 Franken belaufen. Es wird also der Preis für das Zurückschaffen der Wägen sich ungefähr gegen 7 Cent. auf das Kilometer belaufen. Mit den Dampfwägen würde man 80 Wägen zurückführen, wenn jeder nur 10 vollständige Reisen täglich machen könnte; und für 300 Wägen würde man 4 Dampfwägen haben müssen, welche, die täglichen Kosten eines jeden zu 40 Fr. gerechnet, einen Aufwand von 160 Fr. verursachen würden. Einen Wagen auf die ganze Entfernung zurückzuführen, würde alsdann 53 Cent., oder auf das Kilometer 17 Cent. kosten.

Von den Pferden würde jedes drei Wägen zurückführen und täglich höchstens 5 Reisen machen können. Jedes Pferd würde also 15 Wägen für 5 Fr. zurückführen, was auf die ganze Entfernung 33 Cent. für den Wagen, oder 11 Cent. auf das Kilometer ergibt. Aber dann würden die Pferde zu langsam sich fortbewegen und man vielleicht genöthigt seyn, nur 2½ Wagen auf's Pferd zu rechnen.

Kann man also ein hinlängliches Tonnengeld annehmen, durch welches sich die Constructionskosten der mechanischen Bewegungsmittel bezahlt machen, so können die verschiedenen Bewegungsmittel je nach den verschiedenen Steigungen folgender Gestalt classificirt werden.

Die Dampfwägen können angewendet werden von 0 Steigung bis 8 oder 10 Millim. Steigung.

Die Pferde von 8 oder 10 Millim. bis zu 12 oder 15 Millim. Steigung.

Die feststehenden Dampfmaschinen von 12 oder 15 Millimeter bis zu den beträchtlichern Steigungen.

Aber zu dieser allgemeinen Folgerung machen sich noch einige wichtige Bemerkungen nothwendig.

Wir haben weiter oben gesehen, daß bei der **Errichtung mehrerer auf einander folgender feststehender**

Dampfmaschinen auf der Schienenbahn eine große Versperrung und Unsicherheit entsteht; und daraus folgt auch, daß man dieses Bewegungsmittel nur in besondern Fällen anwenden und diejenigen geneigten Flächen, wo es sich unentbehrlich macht, so viel wie möglich vermeiden müsse. Es muß ferner bemerkt werden, daß die Dampfwägen noch in ihrer Kindheit sind, weil die Aufmerksamkeit der geschickten Maschinenbauer erst seit dem Jahre 1830 auf dieselben gerichtet ist. Man ist zwar dahin gelangt, stündlich 6 bis 700 Kilogr. und selbst noch mehr Dampf zu erzeugen, aber ein großer Theil dieser Dampfquantität wirkt nur unvollkommen, weil in den gewöhnlichen Maschinen eine ähnliche Erzeugung einer Kraft von 20 — 25 Pferden entspricht. Man hat allerdings auf der Eisenbahn von Manchester und Liverpool schon merkwürdige Kraftleistungen dargelegt, aber dergleichen merkwürdige Effekte pflegen immer mit großen Reparaturkosten verbunden zu seyn. Die Zukunft liegt indessen vor uns, und ohne Zweifel wird der auf's Lebhafteste erregte Wetteifer der Baumeister, in kurzer Zeit die Locomotivmaschinen, oder Dampfwägen, verbessern und sie in den Stand setzen, selbst an Steigungen von 10 und 15 Millimeter auf das laufende Meter noch einen Nutzeffekt zu gewähren.

Besser construirte Dampfwägen, welche neuerdings auf demjenigen Theile der Eisenbahn von Lyon und St. Etiene probirt worden sind, wo die Steigung 14 Millimeter auf das laufende Meter beträgt, haben daselbst 15 leere Wägen mit einer Geschwindigkeit von 3 Meter auf die Sekunde bergan gefahren. Aus diesen Versuchen kann man schließen, daß sie im regelmäßigen Dienste jedesmal 12 leere Wägen auf den höchsten Punkt dieser schiefen Fläche zurückbringen können.

Digitized by Google

Bei 15 Wägen hat man:

Widerstand der 15 Wägen, 15 Tonnen $\times \frac{12}{1000} =$	285 Kilogr.
Widerstand des Dampfwagens, 19 Tonnen $\times \frac{9}{1000} =$	171 "
Summe . .	456 Kilogr.

Der Betrag dieses Widerstandes ist der beträchtlichste, den die besten Dampfwägen auf der Eisenbahn von Liverpool und Manchester bis jetzt haben überwinden können. Aber sie legen bei diesem Widerstande 7 Meter in der Sekunde zurück.

Dritter Abschnitt.

Allgemeine Betrachtungen über die Eisenbahnen.

Erstes Kapitel.

Ueber die allgemeinen Bedingungen des Entwurfes der Eisenbahnen; über die Anlegungskosten und über die Unterhaltung derselben.

Damit nach den, in den vorhergehenden Kapiteln angestellten, Betrachtungen auf einer Eisenbahn die Waarentransporte so wohlfeil als möglich bewerkstelligt werden können, muß dieselbe

1) In ganz geraden Linien, oder in sehr schwachen Krümmungen, deren kleinster Halbmesser wenigstens 500 Meter beträgt, angelegt werden. Man muß sich jedoch hüten, mehrere Krümmungen nach einander von solchem Halbmesser anzulegen, weil dieses einen merklichen Widerstand erzeugen würde.

2) Die Eisenbahn muß ferner auf den sanftesten Neigungen, welche das Terrain darbietet, angelegt werden; denn aus dem Vorhergehenden hat sich die

Digitized by Google

Vermehrung des Widerstandes ergeben, welcher durch die geringste Steigung der Bahn erzeugt wird. Kann man eine allgemeine Neigung des Terrains in der Richtung des größten Transportes benutzen, so gewährt diese Anordnung großen Vortheil, indem dadurch die Eisenbahn Aehnlichkeit mit einem Strome bekommt, auf welchem die Boote ohne Kraftaufwand stromabwärts fahren.

3) Der Dienst einer Eisenbahn muß soviel wie möglich durch eine einzige Art der bewegenden Kraft auf der ganzen Bahnstrecke bewerkstelligt werden, oder man kann die Bahnstrecke in Stationen von 4 — 5 Stunden theilen, auf deren jeder die Fortbewegung durch eine einzige bewegende Kraft vermittelt wird; denn bei jeder Veränderung der bewegenden Kraft findet ein Stillstand der Wägen statt, und dadurch würde auf einer Bahn, die solchen Beschränkungen unterworfen ist, wie eine Eisenbahn, große Verspätung und sehr wichtiger Zeitverlust entstehen.

Um durch ein einziges Beispiel die Wichtigkeit dieser drei allgemeinen Bedingungen darzuthun, wollen wir uns eine Eisenbahn auf einer der gewöhnlichen Chausseen mit einer Reihe von Steigungen und abschüssigen Böschungen angelegt denken. Auf einer solchen Eisenbahn würde man beständig entweder die Art der bewegenden Kraft, oder die Last verändern müssen, welche fortgeschafft werden soll, und es müßte also ein beständiger Aufenthalt in der Fortbewegung der Transporte stattfinden, auch würde eine solche Schienenbahn, was die Wohlfeilheit anlangt, einer Chaussee bei weitem nachstehen, auf welcher die Transporte ununterbrochen und ohne Hinderniß sich fortzubewegen pflegen.

Wir theilen hier einige nähere Umstände über den Entwurf der größten bis jetzt ausgeführten Eisenbahn mit.

Digitized by Google

Die Eisenbahn von Liverpool und Manchester besteht aus Krümmungen von 1000 — 2000 Meter Halbmesser, welche durch sehr lange gerade Linien mit einander verbunden sind. Nur beim Eingange von Manchester gibt es zwei ziemlich scharfe Krümmungen von 500 englischen Fußen, oder 150 Meter Halbmesser; aber sie liegen ziemlich nahe am Auflagedort, und die Wagenzüge bewegen sich hier nicht mehr mit jener großen Geschwindigkeit, welche von den englischen Journalen so hoch gepriesen wird.

Das Profil dieser Bahn ist folgendes: geht man von Manchester aus, so hat die Bahn zuerst eine horizontale Strecke von 4½ englischen Meilen, dann 5½ Meilen mit dem Falle von 1 auf 1200, dann 6½ Meilen mit der Steigung von 1 auf 880, hierauf 2½ Meilen mit der Steigung von 1 auf 2640. Von hier geht auf den Berg Rainhill eine schiefe Fläche von 1¼ Meilen Länge mit der Steigung von 1 auf 96; oben ist eine horizontale Strecke von 1⅛ Meilen, und dann geht wieder eine schiefe Fläche von 1½ Meilen Länge mit dem Gefäll von 1 auf 96 herab. Hierauf folgt eine Strecke von 5⅛ Meilen mit der Steigung von 1 auf 1092, sodann eine horizontale Strecke von ⅝ Meilen Länge und zuletzt der Tunnel von 1¼ Meilen Länge und dem Gefäll von 1 auf 48. Dies gibt zusammen eine Länge von 30⅛ englischen Meilen, und mit den zu beiden Seiten vorhandenen Verlängerungen der Bahn 30¾ Meilen. Die Eisenbahn-Gesellschaft ist auch verpflichtet worden, unter der ganzen Stadt Liverpool einen Tunnel zu führen, welcher eine Länge von 2200 Yards, eine Breite von 22 Fuß und eine Höhe von 17 Fuß in der Mitte der Wölbung bekommt.

Am Ende des Tunnels von Liverpool sind zwei feststehende Dampfmaschinen angebracht, welche

den Aufzug der Wagen besorgen, aber auf der ganzen übrigen Bahnstrecke sind Dampfwägen die einzigen bewegenden Kräfte, und an den schiefen Flächen von Rainhill pflegt man noch einen Hilfsdampfwagen anzuwenden und so die Kraft zu verdoppeln, um der Unannehmlichkeit überhoben zu seyn, für diese schiefen Flächen zwei feststehende Dampfmaschinen aufzustellen. Vielleicht würden diese beiden feststehenden Dampfmaschinen wohlfeiler den Aufzug ꝛc. eines einzelnen Wagenzuges bewirkt haben; aber alsdann hätte man die Einrichtung der ganzen Linie unterbrechen und die Dampfwägen nur stationsweise anwenden müssen. Daraus würde Verzögerung und eine Versperrung der Wägen am Fuße jeder schiefen Fläche nebst noch anderen schlimmen Nachtheilen entstanden seyn, die nur die Erfahrung erst kennen lehrt, und die, wenn man die verlorne Zeit zu Geld anschlagen wollte, eine beträchtliche Geldsumme ergeben müssen.

Man hätte diese schiefen Flächen vermeiden können, wenn man die Bahn am Mersey angelegt und am Irwell bis nach Manchester fortgesetzt hätte; nur würde alsdann die Bahnlinie etwas länger geworden seyn.

Auf der Eisenbahn zwischen St. Etienne und Lyon bot das Terrain für die Anlegung der Krümmungen außerordentliche Schwierigkeiten dar. Ein Theil der Bahn mußte nothwendig in einer gewundenen Schlucht angelegt werden, durch welche sich der Gier, ein Bergstrom, ergießt, und man hat auf der ganzen Bahnlänge 15 Stollen bauen müssen. Um große Unkosten zu vermeiden, ist man auch genöthigt gewesen, sich auf Krümmungen von 500 Meter Halbmesser zu beschränken.

Digitized by Google

	Länge.	Fall.	Steigung.	Bewegende Kraft.
Von Lyon nach Givors . . .	19000 M.	0,005 M.	—	Dampfmaschinen.
Von Givors nach Rive-de Gier . . .	16000 »	—	0,006	Dampfmaschinen und Pferde.
Von Rive-de Gier nach St. Etienne . .	22000 »	—	0,014	Pferde.

Auf dieser letztern Strecke, die eine starke Neigung besitzt, könnte man den Dienst der Bahn durch feststehende Dampfmaschinen verrichten lassen; aber ungeachtet der beträchtlichen Kosten, welche die Pferde verursachen, bieten sich hier doch die mit der Anwendung feststehender Dampfmaschinen verbundenen Unannehmlichkeiten ganz auffallend dar. Zahlreiche Wege und Chausseen durchschneiden diese Bahnstrecke von 22000 Meter Länge, und nur mit großer Schwierigkeit und enormen Kosten würde man in einer so bevölkerten Gegend dem Dienste von 7 feststehenden Dampfmaschinen in Abständen von je 3000 Meter die gehörige Sicherheit verschaffen können, um die Wagenzüge aus einer so großen Entfernung herbeizuziehen. Eine solche Reihe von Maschinen würde die größte Aehnlichkeit mit einer Kette haben, an welcher nur ein Glied zu zerbrechen braucht, um die ganze Kette unbrauchbar zu machen.

Diese lange Steigung von 14 Centimeter auf das Meter hätte können durch Plateaus und Abhänge unterbrochen werden; aber man hat die ununterbrochene Steigung vorgezogen, um die ganze Bahnstrecke in Theile zu theilen, so daß die in Anwendung befindliche bewegende Kraft ganz identisch und folglich der Dienst viel regelmäßiger seyn möchte. Uebrigens hat man sich hier auf diese Weise die ganze Zukunft

Digitized by Google

der Vervollkommnung der Dampfmaschinen vorbehalten und diese Zukunft ist, wie wir gesehen haben, nicht ohne Hoffnung.

Wir theilen hier ein Profil der Eisenbahn von Andrezieux nach Roanne mit

Roanne ..... 9100 M. Fall 0,004
..... 6500 M. Fall 0,096
Nullize ..... Fall . . 0,05
desgl. . 0,04
Horizontal.
Steigung 0,04
... 4200 M. Steigung 0,02
... 2000 M. Steigung 0,04
La Goyonière bei Andrezieux ..... 36000 M. an einem mittleren Gefäll von 1 Millim. auf den Meter.

In der Ebene von Forez ist die Bahn, wie diejenige bei Liverpool, in langen geraden Linien angelegt, und der Dienst kann daselbst auf das Vollkommenste von Dampfwagen besorgt werden. Man hätte einerlei Fall bis nach Roanne haben können, aber dann die Eisenbahn in der gewundenen Schlucht fortführen müssen, in welcher unter Balbigny die Loire fließt; und man hätte dann mehrere Stollen bauen müssen. Um diesen Aufwand zu vermeiden, haben die Baumeister den Gebirgspaß mittelst vier schiefer Flächen in dem Thale einiger kleinen Nebenflüsse der Loire überstiegen. Dieses Mittel war als

erste Anlage des Weges, das wohlfeilste; aber die Transportkosten sind dadurch auf eine merkliche Weise erhöht worden, denn der Transport über jede schiefe Fläche beträgt von der Tonne und vom Kilometer wenigstens 20 — 25 Centimen; und die Waaren brauchen beinahe drei Tage, um die ganze Bahn zu durchlaufen.

Kosten der ersten Anlage einer Eisenbahn.

Die Kosten der ersten Anlage einer Eisenbahn bestehen:

1) Aus dem Aufwande für Erdarbeiten und Mauerarbeiten;

2) aus dem Aufwande für den Ankauf und das Legen der Schienen, Lager und Steinblöcke;

3) aus dem Aufwande für den Ankauf des für die Eisenbahn nöthigen Terrains;

4) aus dem Aufwande für Wägen;

5) aus dem Aufwande für Maschinen und Zubehör, wenn man dergleichen als bewegende Kraft anwendet;

6) aus dem Aufwande für Leitung der Arbeiten.

Der erste Artikel unterliegt sehr vielen Veränderungen, je nach der Localität, wo die Eisenbahn angelegt werden soll, und der größern, oder geringern Vollendung, welche man dem ganzen Tractus geben will.

Auf der Eisenbahn von Liverpool und Manchester ergibt die Rechnung der Baukosten:

Für das Mauerwerk von 60 Brücken	2,725000 Fr.
Für die Wegbarmachung von Chatmoß	300000 =
Für Abgrabungen und Erddämme .	5,000000 =
Für Durchstiche	250000 =
Wagen für den Transport der Auffüllerde	220000 =

Tunnel von Liverpool von 2400 Meter Länge . . . . . 1,100000 Fr.

Wenn man den Tunnel von Liverpool als eine besondere Ausgabe betrachtet, und dieselbe nicht in Rechnung bringt, so sind für 48 Kilometer Eisenbahn 8,495000 Fr. aufgewendet worden, so daß 177000 Fr. auf das Kilometer kommen; rechnet man aber den Tunnel von Liverpool noch mit hinzu, so kommt jedes Kilometer dieser Eisenbahn 200000 Franken zu stehen.

Die Bahnlinie von St. Etienne nach Lyon zieht sich, wie schon gesagt, durch eine äußerst abwechselnde Gegend. Es ist auf dieser Linie vorhanden:

Ein Tunnel von 1500 Meter, welcher gekostet hat . . . . . 1,200000 Fr.

Ein Tunnel von 1000 Meter, welcher gekostet hat . . . . . 500000 "

Endlich mehrere andere Tunnels zusammen etwa an 2000 Meter, von denen das Meter etwa 300 Fr. gekostet hat . . . . . 600000 "

Eine Brücke von 8 Bogen über die Saone, die gekostet hat wenigstens . 600000 "

Außerdem noch 3 Brücken von 3 bis 5 steinernen Bogen, 2 Ueberfahrungen von Schluchten, mittelst gesprengter Bogen u. s. w.

Der Aufwand für Erdarbeiten, Durchstiche und andere Werke der Kunst können für 58 Kilometer auf 7,000000 Franken veranschlagt werden, so daß das Kilometer ungefähr auf 120000 Franken kommt. Wenn man die Tunnels als außerordentlichen Aufwand, der durch die Localität bedingt wird, in Abzug bringt, so würden etwa 5,000000 übrig bleiben, so daß ein Kilometer dieser Eisenbahn 90000 Franken

kostete. Dabei muß noch bemerkt werden, daß in dieser Summe auch die Kosten der Auffahrten mit begriffen sind, welche für den Uebergang über Wege und Chaussèen angelegt werden mußten, und diese machen in einer so bevölkerten Gegend einen sehr großen Aufwand nöthig.

Von der Eisenbahn von Andrezieux nach Roanne kömmt das Kilometer nicht so hoch, indem das laufende Meter wenig mehr als 50 — 60 Fr., oder das Kilometer 60000 Fr. kostet. Aber diese Eisenbahn hat mehrere geneigte Flächen, was, wie wir gesehen haben, ein sehr großer Uebelstand ist.

In einer gewöhnlichen Gegend läßt sich indessen im Durchschnitte annehmen, daß der Aufwand der Erdarbeiten nicht über 60000 Fr. vom Kilometer betragen werde. Bei dieser Schätzung ist vorausgesetzt, daß der Transport des Abraumes, wie auf den drei Bahnen, von denen die Rede gewesen ist, mit Hilfe solcher Wägen bewerkstelligt werde, wie Fig. 25. angibt, und daß dieselben auf provisorisch gelegten Schienen laufen. Diese provisorisch gelegten Schienen sind immer unvollkommen, weil das Terrain, auf welchem sie liegen, sich ungleichmäßig setzt, und daraus ergibt sich, daß die Transporte auf einer solchen Bahn nie so wohlfeil ausgeführt werden, als wie auf einer sorgfältig ausgeführten Schienenbahn. Aber diese Art des Transportes hat doch noch immer einen großen Vorzug vor dem Transporte mit Radeberren und Karren, welche sich in den kothigen Gräben und auf den frisch aufgefüllten Dämmen nur schwierig fortbewegen lassen. Auch kann man einen solchen Transport mit Erfolg bei allen großen Erdarbeiten anwenden (siehe den Nachtrag B am Ende dieses Werkes).

Der zweite Artikel betrifft den Ankauf und das Legen der Schienen, Lager und Steinblöcke, und er ist hauptsächlich abhängig vom Preise des Schmiede-

Digitized by Google

eisens und des Gußeisens, aus welchem die Schienen und die Lager bestehen.

Nach den gegenwärtigen Preisen in Frankreich, welche durch die fortschreitende Vervollkommnung der Fabrikationsmittel nur noch geringer werden können, kommt eine Schiene von 4 Meter und 60 Centimeter, oder 15 englischen Fußen Länge zu stehen, wie folgt:

Eine Schiene von 60 Kilogramm kostet, 100 Kilogr. zu 35 Fr. gerechnet,	21 Fr.	— Cent.
Sechs Träger à 3 Kilogr. kosten, 100 Kilogr. zu 35 Fr. gerechnet, .	6 =	30 =
Sechs Steinblöcke à 75 Cent. kosten	4 =	50 =
Pflöcke und Keile	— =	50 =
Das Setzen der Steinblöcke à 40 C.	2 =	40 =
Summe . .	34 Fr.	70 Cent.
Oder das Meter kostet	7 Fr.	54 Cent.
Oder das Meter beider Geleise	15 =	8 =
Oder das Meter einer doppelten Bahn . . .	30 =	16 =
Es kostet folglich das Kilometer	30160 Fr.	oder 30000 Fr.

Die Ausgabe für Ankauf von Grund und Boden ist außerordentlich veränderlich, und zwar 1) je nach der Breite des Grund und Bodens, den die Erdarbeiten einnehmen; und 2) je nach der Qualität und Lage der Länderei, oder des Grund und Bodens, durch welchen die Eisenbahn laufen soll.

Man kann annehmen, daß eine Anlage mit doppelten Eisenbahnen im Durchschnitte 12 Meter Breite einnimmt, nämlich 6 für jede Bahn und 3 für jede Abdachung.

In Frankreich möchte wohl, wenn die gerichtlichen, mit jedem Kaufe von Länderei verbundenen Kosten, in Folge des neuen Expropriations-Gesetzes

Digitized by Google

etwas geringer werden, ein Quadratmeter etwas geringer als 1 Fr. anzuschlagen seyn, so daß wir das laufende Meter zu 10 Fr., oder das Kilometer zu 10,000 Fr. rechnen wollen.

Die Quantität der Wägen und die Zahl der Maschinen lassen sich nur für einen bestimmten Verkehr und für eine gegebene Geschwindigkeit bestimmen. In Frankreich kommt ein gewöhnlicher Wagen auf 500 F. und ein in Federn hängender auf 800 Fr. zu stehen.

Eine Dampfmaschine von gewöhnlicher Kraft kostet 15 — 20000 Fr.

Weiter oben haben wir die Preise des ganzen Materiales der schiefen Flächen angegeben.

In Bezug auf die Kosten, welche die Leitung der Arbeiten verursacht, dürfen sie nicht $\frac{1}{20}$ des angewendeten Capitales, mit Einschluß der Studien der Tracirung und des Risses überschreiten. Diese Schätzung entspricht den Resultaten, welche man durch die Anlegung verschiedener, in Frankreich ausgeführter Canäle und Eisenbahnen erhalten hat.

Ueberschlagen wir blos die Kosten der Anlegung der Schienenbahn, so kommt das Kilometer zu stehen:

Erdarbeiten und Arbeiten von Künstlern	60000 Fr.
Schienen, Lager und Steinblöcke fertig gelegt	30000 »
Grund und Boden	10000 »
Ein Zwanzigstel für die Leitung der Arbeiten	5000 »
Unvorhergesehene Kosten	5000 »
Summe . .	110000 Fr.

Diese Schätzung kann man als eine mittlere betrachten, die sich auf große Eisenbahnstrecken anwenden läßt. Aber für Eisenbahnen von geringer Extension kann sie, je nach den örtlichen Umständen, außer-

Digitized by Google

ordentlich verschieden ausfallen, weil mehr als die Hälfte der Kosten auf Erdarbeiten und auf Arbeiten der Künstler verwendet werden müssen. Häufig wird der ganze Aufwand sich auf 60 Fr. für das Meter reduciren.

Die Stellen, wo die Waaren auf- und abgeladen werden, erheischen eine gewisse Anzahl von Durchkreuzungen und Hülfsbahnen, was je nach der Wichtigkeit des Verkehres verschieden ist. In dem Nachtrage C sind die Preiße der verschiedenen Kreuzungsstücke, die im Verlaufe dieser Zeilen beschrieben worden sind, einzeln angegeben. So viel ist gewiß, daß eine hinlängliche Entwickelung von Hülfslinien an den Ladestellen als eine Lebensbedingung eines guten Dienstes der Eisenbahn betrachet werden kann.

Ueber die Kostenberechnung einer Eisenbahn in Deutschland findet man in einer neulich erschienenen Abhandlung über Eisenbahnen und Dampftransporte von J. W. Schmitz Folgendes:

Der Oberbau (d. h. die Schienenreihen von Eisen oder Stein auf Holz- oder Steinunterlagen) einer Bahn können durchschnittlich angenommen werden, wie folgt:

a) Massive Eisenschienen auf Stein-Unterlage, von gewalztem Schmiedeeisen, durchschnittlich 2 Zoll breit und 3 Zoll hoch, mit Nägel und Keilen, nach dem Muster der Liverpool-Manchester-Bahn, mit den spätern Verbesserungen auf jedem Fuß Länge oder auf 2 Fuß Schienenreihe: . 1 Thlr. 14 Gr.

Steinunterlage mit Fracht, Behauen und Setzen der Steine pr. Fuß der Bahnlänge .	—	—	6 Gr.
Einlegen der Schienen auf die Unterlage an Arbeitslohn .	—	—	1 Gr.
Total der Kosten pr. Fuß dieser Bauart	1 Thlr.		21 Gr.

Digitized by Google

Total pr. Meile für eine einfache Bahn . . . . . 45,000 Thlr.

b) Leichte Eisenschienen auf Holzschienen und Holzunterlage, nach dem Muster d. österreichischen Bahn, oder der amerikanischen Bauart auf der Fußlänge der Bahn, oder auf zwei Fuß der Schienenreihe . . . . . — Thlr. 18 Gr.
Holzunterlage, nämlich Holzschienen und Querhölzer, mit Ankauf, Bearbeitung und Anlegung . . . . . — — 5 Gr.
Einlegen der Schienen und Querhölzer . . . . . — — 1 Gr.
1 Thlr. — Gr.
Total pr. Meile 24,000 Thlr.

c) Steinschienen auf Steinunterlage

pr. Fuß der Bahnlänge oder 2 Fuß der Schienenreihe . . . . . 2 Gr.
Unterlage von Stein als doppelte Schiene 8 —
Setzen der Steine . . . . . 1 —
Total der Kosten pr. Fuß 11 Gr.
Total pr. Meile 11,000 Thlr.

Diejenigen Kosten einer Eisenbahn, welche mit den mehr bekannten Kosten einer gewöhnlichen Chaussee ziemlich gleich stehen, können angenommen werden, wie folgt:

Grundeigenthum. Eine Bahnbreite von 20 Fuß erfordert mit schiefem Abhang, wo aufgeschüttet, oder abgetragen, oder eine Anhöhe durchgestochen wird, mit Graben, mit Bau- und Ausweichplätzen durchschnittlich 30 Fuß Breite des Bodens

oder 720,000 Quadratfuß, oder 18 Acker pr. Meile, worunter auch Gärten, Wiesen u. s. w. anzukaufen sind: durchschnittlich mit den Kosten zum Preiße von 300 Thaler . . . . . 5400 Thlr.

Das Planiren des Weges.

Durchschnittlich durchzustechen, eine Stelle pr. Meile zu	1000	Thlr.
Abzutragen 2 Stellen zu	1000	—
Aufzuschütten 2 Stellen zu	2000	—
Brücken über Flüsse, Bäche oder große Tiefen, angenommen eine auf drei Meilen zu 3000 Thlr., macht pr. Meile	1000	—
Wasser-Durchlässe mit Stein-Canal, angenommen 4 pr. Meile . . .	700	—
Uebergänge für Querwege 6 pr. Meile zu 100 Thlr.	600	—
Bahnwärter-Wohnungen 3 pr. Meile zu 800 Thlr.	2400	—
Ausweichplätze, einer pr. Meile zu 400 Thlr.	400	—
Remisen, Packhaus, Einnehmer-Comptoirs an beiden Enden der Bahn und in dazwischen liegenden Städten, angenommen von 3 zu 3 Meilen, zu 4500 Thlr. . . .	1500	—
Total dieser Kosten pr. Meile	16,000	Thlr.

Kommen nun die Kosten des Oberbaues der oben erwähnten drei Bauarten hinzu, so ergibt sich durchschnittlich:

a) für massive Eisenschienen auf Stein-Unterlage	61,000	Thlr.
b) für leichte Eisenschienen auf Holz-Unterlage	40,000	—

Digitized by Google

c) für Steinschienen auf Stein-Unterlage . . . . . 27,000 Thlr.

Die Kosten der Verwaltung können ungefähr wie folgt angenommen werden:

Gehalt und Kosten der Direction des Actiengeschäfts und der Verwaltung einer Eisenbahn von durchschnittlich 18 Meilen . 2500 Thlr.

Ein Inpector über die Maschinen und das Personale der ganzen Bahn, Gehalt und Reisespesen	500 —
Zwei Maschinenmeister zu 300 Thlr.	600 —
	3600 Thlr.
macht pr. Meile	200 Thlr.
In jeder Stadt oder auf 3 Meilen ein Buchhalter oder Einnehmer der Transportkosten	300 Thlr.
Ein Diener oder Packknecht	150 —
macht pr. Meile	150 Thlr.
3 Bahnwärter pr. Meile zu 150 Thlr.	450 Thlr.
Total	800 Thlr.

Die Transportkosten können im Allgemeinen angenommen werden:

Vier Dampfwägen, deren jeder täglich wenigstens eine Fahrt hin und zurück macht, und ein Reservewagen, oder 5 Stück zu 3500 Thlr.	17500 Thlr.
Durchschnittlich angenommen für jede Fahrt 20 Personen; da aber zu gewissen Zeiten 100 zu transportiren seyn können, so müssen mindestens 20 Personen-Wägen angenommen werden zu 400 Thlr.	8000 —
2000 Centner täglich, erfordern zu 60	
Latus	25,500 Thlr.

Transport	25,500 Thlr.
bis 70 Centner pr. Wagen 30, zu 150 Thlr.	4500 —
Da diese Wägen nur 10 Jahre dienen können, so muß für deren Erneuerung in 10 Jahren jährlich $\frac{1}{10}$ gerechnet werden	3000 —
Maschinenwärter für die Leitung der Wägen zu 200 Thlr. Gehalt .	800 —
4 Knechte als Gehülfen zu 120 Thlr.	480 —
4 Knechte für die Packwägen zu Kohlen, Schmiere u. s. w. pr. Meile 1 Thlr. für 4 Maschinen jede zwei Fahrten, macht 2 Thlr. täglich .	730 —
Wägen zu $7\frac{1}{2}$ Procent ihrer Anschaffung	2250 —
Zinsen des verwendet bleibenden Capitals für Ankauf der Wägen . .	1500 —
Total der	39,240 Thlr.

Transportkosten eines ganzen Jahrs für 18 Meilen oder $513\frac{1}{3}$ Thlr. für 1 Meile.

Diese für 2 Fahrten mit jeder Maschine berechneten Kosten, womit jedesmal 20 oder täglich 80 Personen und 500 Centner Waaren oder täglich 2000 fortgeschafft werden, steigen erst dann, wenn die Frequenz der Bahn diese Transporte, nämlich 29,200 Personen und 730,000 Centner jährlich übersteigt. Dieses Fracht-Minimum von 29,200 Personen und 730,000 Centner kommt aber, wie nachstehend berechnet wird, bedeutend höher, weil es außer den eigentlichen Transportkosten auch die erste Anlage und alle andere Kosten zu tragen hat.

Die Gesammtkosten der Verwaltung, der Bedienung und der Reisen betragen demnach 1313 Thlr. pr. Meile.

Hierzu kommen noch die Tilgung und Verzinsung des Anlagecapitals und die Reparaturen der Bahn. Nämlich:

Digitized by Google

a) Für eine massive Bahn, die Abnutzung und gänzliche Erneuerung der schweren Eisenschienen nach Verlauf von 30 Jahren; die Anlagekosten dieser Schienen zu 38000 Thlr. auf 30 Jahre vertheilt, geben jährlich . . . . . 1267 Thlr.

Reparatur der Gebäude und Bahn, nach vorliegenden Erfahrungen zu 2½ Procent der Anlage zu rechnen	1532	—
Die gewöhnlichen Zinsen des zu der Anlage verwendeten Capitals zu 5 Procent	3050	—
Die Transportkosten wie hier oben berechnet, machen jährlich . . .	1313	—
Total der jährlichen Kosten für eine massive Bahn	7162	Thlr.

b) Für eine Bahn auf Holzunterlage muß gerechnet werden:

Die Abnutzung und Erneuerung der leichten Schienen in 10 Jahren, die Anlagekosten 18000 Thlr. auf 10 Jahre vertheilt	1800	Thlr.
Die Holzunterlage, welche nach Erfahrung nur 7 bis 8 Jahre brauchbar ist, zu erneuern, an Holz 5000 Thlr., an Aufbrechen, neuen Baukosten und Einlegen der Schienen, die Unterbrechung des Dienstes der Bahn nicht gerechnet, 2000 Thlr., pr. Meile zusammen 7000 Thlr., zu vertheilen auf 8 Jahre . . .	875	—
Reparaturen der Gebäude und der Bahn, nach vorliegenden Erfahrungen zu 2½ Procent der Anlage zu rechnen	1005	—
Latus	3680	Thlr.

Transport	3680	Thlr.
Die gewöhnlichen Zinsen des zu der Anlage verwendeten Capitals zu 5 Procent	2000	—
Die Transportkosten wie hier oben berechnet, machen jährlich . . .	1313	—
Total der Kosten für eine Bahn von leichten Eisenschienen auf Holzunterlage	6993	Thlr.

c) Für eine Steinbahn kommen in Rechnung:

Die Erneuerung der Steinschienen in 5 Jahren, die Kosten von 2000 Thlr. zu $\frac{1}{5}$ mit	400	Thlr.
Reparaturen der Gebäude und der Bahn, nach vorliegenden Erfahrungen zu $2\frac{1}{2}$ Procent der Anlage zu rechnen	650	—
Die gewöhnlichen Zinsen des zu der Anlage verwendeten Capitals zu 5 Procent	1350	—
Die Transportkosten, wie hier oben berechnet, machen jährlich . . .	1313	—
	3713	Thlr.

Wenn nun für die Summe von 7162 Thlr. pr. Meile für eine massive Bahn; von 6993 — für eine Bahn auf Holzunterlage; und von 3713 — für eine Steinbahn, 29,000 Personen und 730,000 Centner jährlich transportirt werden, so folgt daraus, daß, so lange eine Bahn eine geringere Zahl von Personen und Centner Waaren zu befördern hat, nichts gewonnen wird, während hingegen der Gewinn sehr bedeutend wird, sobald die Transporte die zur Deckung der Anlagekosten erforderliche Frequenz übersteigen. Man würde sich aber sehr irren, wenn man glauben wollte, die Transportkosten wären nicht zu achten, sobald einmal die Bahn in Thätigkeit ist. Beim oberflächli-

Digitized by Google

chen Anblicke scheint zwar, da 5 Pfund Kohlen die ganze Tagesarbeit eines Pferdes verrichten, daß die Kosten nicht viel bedeutender sind. Wenn man aber sieht, daß die Reparaturen, die Besoldung der Arbeiter und alle von der Zahl der Fahrten abhängige Kosten 513 Thaler betragen; mit Inbegriff der ganzen Anlage aber auf 7162 Thaler jährlich steigen, und für eine geringere Transportmasse nicht weniger kosten, so findet man, daß bei einer Frequenz von z. B. blos 20 Personen und 500 Centner täglich (die Person gegen 8 Centner veranschlagt) die Reise einer Person den Bahn-Unternehmern eine Auslage von sieben Groschen pr. Meile, und der Transport eines Centners von etwa einem Groschen verursacht, so daß die Unternehmer nichts gewinnen würden, wenn sie für eine Reise von 18 Meilen das Personengeld nur 4 Thaler und die Fracht eines Centners nur 7 bis 8 Groschen setzten.

Nimmt man aber hingegen eine doppelte Frequenz an, so stellt sich nach folgendem Maßstabe das Resultat äußerst günstig: nämlich wie oben berechnet, betragen für eine Frequenz von 29,000 Personen und 730,000 Centner die sämmtlichen Kosten jährlich . . . . . 7162 Thlr.

Die Verdoppelung der Frequenz kostet nicht viel mehr, als eine Verdoppelung der Bedienung und Abnutzung und Erneuerung der Wägen mit . . . . . 513 —

Total 7675 Thlr.

für 58,400 Personen und 1,460,000 Centner jährlich, oder nur ein Groschen pr. Meile für die Person und anderthalb Pfennig auf den Centner, ein Preis, den die Unternehmer zwei bis dreimal so hoch stellen können, in welchem Falle sie zwei bis dreimal so viel, als ihre sämmtlichen Kosten, einnehmen würden. Man sieht aus diesem bedeutenden Unterschiede, wie

Digitized by Google

vortheilhaft die Unternehmungen von Eisenbahnen sich bei großen Frachtmassen ergeben, und wie nachtheilig sie bei einer Frequenz, die der kostspieligen Anlage nicht entspricht, seyn können.

Unterhaltungskosten einer Eisenbahn.

Die Unterhaltungskosten des festen Theiles einer Eisenbahn hängen zum größten Theil ab von den größern oder kleinern Transporten, welche täglich auf der Bahn stattfinden, und von der Geschwindigkeit, mit welcher die zu transportirenden Gegenstände fortgeschafft werden. Wenn der Verkehr nicht bedeutend ist, und auch keine besondere Geschwindigkeit angewendet wird, wie es z. B. der Fall ist, wenn die Wägen durch Pferde fortbewegt werden, so können die Schienen wohl 15 Jahre dauern, welches Resultat mehrere Eisenbahnen geliefert haben, auf welchen die Ausbeute der Bergwerke in der Gegend von Newcastle transportirt wurden. In diesem Falle können auch die Lager oder Träger eine sehr lange Dauer haben, und die Unterhaltung der Bahn beschränkt sich fast blos auf die Erneuerung der Pflöcke und Keile, welche die Feuchtigkeit, trotz der verschiedenen Vorsichtsmaßregeln, welche für ihre Erhaltung angewendet werden, sehr geschwind zerstört. Dabei ist indessen vorausgesetzt, daß die Bahnstrecke keine scharfen Krümmungen enthalte; denn alsdann wird ein beträchtlicher Theil der Bewegungskraft verwendet, um den Widerstand zu überwinden, den die Wägen in den Krümmungen erfahren, und dadurch nothwendig die Festigkeit der Verbindung der Schienen zerstört, an welchen sich die Spurkränze der Räder reiben. In solchen Krümmungen, d. h. in solchen bis wenigstens 200 Meter Halbmesser, pflegt die äußere Schiene nach auswärts gedrängt und in sehr kurzer Zeit abgenutzt zu werden. Aber diese

Digitized by Google

Krümmungen müssen, wenn man nicht den Vorschlägen des Herrn v. Baader Gehör gibt, auf jeder großen Eisenbahnstrecke gänzlich verbannt werden.

Um eine in Unordnung gerathene Bahn wieder gehörig zu richten, bedient sich der Bahnenwärter einer Art von Klaue, oder eines eisernen Hebels, welcher rechtwinklig an dem einen Ende umgebogen ist. Mit diesem Werkzeug ergreift er die Schiene an der geneigten Seite, wobei er in der Mitte der Bahn steht; hierauf drückt er auf den langen Hebelarm und gibt auf diese Weise sehr leicht der Schiene und den schiefstehenden Steinblöcken ihre gerade Richtung, während er mit einem gewöhnlichen Hebel sehr häufig nur einen schlechten Unterstützungspunkt auf dem Boden finden würde.

Wenn man Pferde anwendet (und in der Regel ist diese Art der bewegenden Kraft sehr leicht zu haben, und wenigstens so bequem, daß man für die großen Transporte nicht sogleich darauf Verzicht leisten wird), so macht es sich nothwendig, die Mitte der Bahn gut zu pflastern und mit Steinschlag zu versehen, damit die Pferde beim Zug einen festen Standpunkt haben. Geschieht dieses nicht, so bleibt das Wasser in den Vertiefungen stehen, die sie mit ihren Hufen hervorbringen, und sie haben dann einen sehr schwierigen Gang. Das Wasser bewirkt außerdem das Verfaulen der hölzernen Pflöcke in den Steinblöcken, und der hölzernen Schließkeile an den Schienen; und indem es unter die Steinblöcke dringt, so lockert es nicht allein die Grundlage derselben auf, sondern sättigt auch die Steinblöcke selbst, so daß sie durch den Frost zersprengt werden. Der Steinschlag muß, wenn man Pferde als bewegende Kraft anwendet, mehr oder weniger häufig erneuert werden. Er ist sogar von Nutzen, wenn nichts als Dampfwägen angewendet werden, indem er der ganzen Bahn eine besondere Festigkeit verleiht.

Digitized by Google

Wenn der Transport sehr beträchtlich ist, wenn er mit einer großen Geschwindigkeit bewerkstelligt wird und Dampfmaschinen in Anwendung sind, so wachsen die Unterhaltungskosten merklich. Die Bahn kommt häufig in Unordnung, selbst bei sehr weiten Krümmungen. Die Steinblöcke verschieben sich, oder sinken durch die Stöße tiefer ein, welche sie von den Wagenzügen erhalten, die aus 25 Stück bestehen, 100000 Kilogramme wiegen und in der Stunde 3 Wegestunden zurücklegen, oder welche sie von den Maschinen erhalten, deren Gewicht von 5000 bis 7000 Kilogramme beträgt, die blos auf 4 Räder vertheilt sind. Gerade durch diese Stöße werden die Keile und die Pflöcke der Träger erschüttert; alsdann ist der Träger nicht mehr fest und hebt sich auf seinem Steinblocke. Diese Wirkung bemerkt man besonders an denjenigen Trägern, auf welchen die Schienen an einander gestoßen sind: sie werden in der That von der ganzen Länge der Schiene emporgehoben, die sich hauptsächlich in der Mitte unter der Last biegt, welche auf ihr ruht. Hat sich der Träger einmal auf seinem Steinblocke gehoben, so bricht er sehr leicht in der Mitte. Wenn die Bahn ein sehr starkes Gefäll hat, so muß man sehr oft Bremsen anwenden, und diese erzeugen eine sehr starke Reibung des Rades auf der Schiene. Da letztere keine so harte Oberfläche hat, als die gehärteten Felgen des Rades, so nutzt und blättert sie sich auf der Oberfläche ab. Dieses geschieht auch ohne Anwendung der Bremsen blos durch die geschwinde Umdrehung der Räder, welche auf die Schiene die Wirkung eines Cylinders aus einem Walzwerk hervorbringen und die verschiedenen Schichten trennen, wenn sie nicht vollkommen zusammengeschweißt sind. Manchmal brechen auch die Schienen, wenn eine Axe oder ein Rad zerbricht, so daß die Last eines beladenen

Wagens auf die Schiene fällt, aber diese Ursache der Beschädigung ist weit seltener.

Die zerbrochenen, abgenutzten, oder abgeblätterten Schienen kann man, wie schon bemerkt worden, wieder 100 Kilogramm zu 20 oder 22 Fr. verkaufen. Hundert Kilogramm neue Schienen kosten 35 Fr. Der Verlust also an einer dienstlos gewordenen Schiene beträgt höchstens 40 Procent ihres Preises, als sie neu war.

Die zerbrochenen Lager verkauft man mit 50 Procent Verlust als altes Eisen, um sie wieder einzuschmelzen, wenn Stücke von großem Volumen gegossen werden sollen.

Nach dem Rechnungsbericht über den Aufwand auf die Eisenbahn von Manchester und Liverpool im Jahr 1832 kamen 50 Kilometer dieser Bahn jährlich auf 373,882 Fr. zu erhalten, das Kilometer also auf 7477 Fr. 64 Cent. Im ersten Semester des Jahres 1833 stieg das Kilometer auf 3357 oder auf 6724 Fr. fürs ganze Jahr. Diese enorme Summe hat ihren Grund hauptsächlich in der außerordentlichen Geschwindigkeit der Transporte.

Auf der Eisenbahn von St. Etienne und Lyon, wo die Transporte mit einer weit mäßigern Geschwindigkeit ausgeführt werden, werden die Unterhaltungskosten der Bahnstrecke kaum das Drittel dieser Summe oder 2590 Fr. übersteigen, ungeachtet der besonderen Schwierigkeiten, welche die Unterhaltung der gekrümmten Theile und die Nähe der Rhone darbietet.

Man kann also im Durchschnitt 2500 Fr. als Unterhaltungskosten eines Kilometers Eisenbahn betrachten, auf welcher ein beträchtlicher Transport und eine Geschwindigkeit von 3 bis 4 Meter in der Sekunde stattfinden.

Digitized by Google

Auf einem Wege von mittlerem Verkehr und einer Geschwindigkeit von höchstens 1½ Meter würde die Unterhaltung nicht über 1000 Fr. in Anspruch nehmen. Aber alsdann bedürfte man verhältnißmäßig eine weit größere Zahl von Wägen. So befinden sich z. B. auf der Bahn von St. Etienne an die Loire, wo der Dienst der Straße langsam vor sich geht, an 250 Wägen, und die Transporte dieser Straße betragen im Durchschnitte nicht über 50 Wägen täglich.

In den vorhergehenden Capiteln haben wir die Zugkosten an den verschiedenen schiefen Flächen und die Kosten geschätzt, welche durch jede Art der bewegenden Kraft verursacht werden.

Die jährliche Unterhaltung eines Wagens dergestalt, um ihn beständig in brauchbarem Zustande zu erhalten, kann wenigstens auf 50 Fr. geschätzt werden. Um die Richtigkeit dieser Schätzung zu erläutern, muß bemerkt werden, daß von den 500 Fr., welche der Bau eines Wagens kostet, wenigstens $\frac{2}{5}$ an Axen, Rädern, Axenpfannen, Unterstützungen, eisernen Stangen und Bolzen, die sämmtlich ziemlich gut halten, wieder um den halben Preis verkauft werden können, wenn sie zerbrochen sind; die anderen $\frac{3}{5}$ gehen auf für die Rahmhölzer, für den Wagenkasten und die Wagnerarbeit. Diese Theile des Wagens werden am häufigsten schadhaft durch Abnutzung, oder indem die Wägen an einander anstoßen.

Es liegt übrigens auf der Hand, daß die jährliche Unterhaltung eines Wagens im geraden Verhältnisse zu seinem jährlichen Dienste steht. Wenn der Verkehr der Straße gering ist, oder wenn die Zahl der Wägen in Bezug auf die gegebene Quantität der Transporte sehr beträchtlich ist, so wird ein Wagen ohne Reparatur weit länger dauern.

Digitized by Google

Die Verwaltungskosten werden einen um so beträchtlicheren Theil der Totaleinnahme in Anspruch nehmen, je schwächer diese Einnahme ist. Auf einer Eisenbahn von großem Verkehr kann man diese Verwaltungskosten approximativ wenigstens auf 4 Procent der Bruttoeinnahme schätzen.

Es muß indessen bemerkt werden, daß es sich hier nur von Durchschnittsschätzungen handelt, die je nach den besonderen Bedingungen des Falles verschieden ausfallen können, und welche durch die Localitäten und die Quantitäten des Transportes immer modificirt werden.

Zweites Kapitel.

Vergleichung der verschiedenen Transportmittel für Güter und Waaren.

Wir wollen in diesem Kapitel einige Bemerkungen über den relativen Nutzen der Canäle, der Eisenbahnen und der gewöhnlichen Chausseen mittheilen. Diese Frage hat hauptsächlich in England eine Menge von Diskussionen veranlaßt, an welchen die Journale Theil genommen haben und sich entweder für die Canäle, oder für die Eisenbahnen erklärt haben, und von der einen wie von der andern Seite hat man geschrieben und gestritten, ohne die ersten Grundlagen der Frage zu kennen. Man hat ohne alle Rücksicht irgend einen Canal, oder irgend eine Eisenbahn für die Vergleichung gewählt, ohne zu bedenken, daß die einzelnen Umstände der Ausführung dieser großen Communicationsmittel die Ersparniß, welche sie in den Transportkosten gewähren können, ums Doppelte oder ums Dreifache zu modificiren vermögen.

Digitized by Google

Heut zu Tage, wo man nicht mehr hartnäckig bei einem Vorurtheile beharrt, ist man indessen auf die Rechnung wieder zurückgekommen; man hat einzusehen angefangen, daß es unmöglich sey, ganz streng eine allgemeine und absolute Vergleichung zwischen zwei Transportarten anzustellen, deren Wahl ganz speciell von den Localitäten abhängt, wo der Plan ausgeführt werden soll.

Um zwischen einem Canal und einer Eisenbahn als großer Handelscommunication zu wählen, muß man in Erwägung ziehen:

1) Die Neigung und die Natur des Terrains, durch welches der Canal, oder die Eisenbahn geführt werden soll, so wie auch die vorhandenen bequemen Gelegenheiten, um das nothwendige Wasser zur Speisung des Canales zu verschaffen.

2) Die Natur der Handelsverhältnisse der an den Enden, oder an der Communicationslinie liegenden Orte.

Die Richtung, in welcher sich die größte Masse der Transporte bewegt, sogar die Natur der Waaren, die Entfernung, bis auf welche sie weiter befördert werden sollen, sind in der That Umstände von der größten Wichtigkeit, die man gut untersuchen muß, ehe man etwas entscheidet.

Canäle von großem Durchschnitt. — Auf dem Canale von Languedoc ziehen zwei gewöhnliche Pferde ein Fahrzeug, mit 100 Tonnen beladen, 13600 Meter weit in der Stunde. Sie legen täglich 36000 Meter zurück und treffen auf dem ganzen Wege 100 Schleusen, welche auf eine Länge von 240 Kilometer (der Länge des Canales) vertheilt sind. Die Kosten werden auf folgende Weise berechnet:

Digitized by Google

Pferde für 7 Tage à 6 Fr. das Paar	42 Fr.	—	Cent.
Für Abnutzung des Fahrzeuges	56 =	—	=
Ein Schiffspatron und 2 Matrosen	74 =	50	=
Summe . .	172 Fr.	50 C. *)	

Dieses gibt demnach 0,008 Fr. für den Transport von 1 Tonne auf 1 Kilometer. Die Schleusen haben etwa 2,60 Fall, und das mittlere Gefäll des Canales beträgt etwa 1 Millimeter auf das Meter.

An einer schiefen Fläche von solchem Falle würde, wenn man den Transport durch Dampfmaschinen wollte besorgen lassen und annimmt, daß sie auch beladen zurückgehen, die Tonne auf 1 Kilometer 1½ Fr. Fracht kosten.

In dieser Hinsicht hat also der Canal den Vorzug, wenn man darauf keine Rücksicht nimmt, daß er für eine kurze Zeit im Sommer und Winter unbrauchbar ist. Wir müßten nun noch die Interessen des Anlagecapitales von der einen und der andern Seite mit einander vergleichen, und in dieser Hinsicht läßt sich im Allgemeinen behaupten, daß ein Canal von großem Durchschnitt und eine Eisenbahn, auf welcher ein starker Verkehr besteht und die eine mittlere Neigung von 2 Millimeter auf das Meter besitzt, ungefähr dieselben Kosten für die erste Anlage in Anspruch nehmen; denn die neuesten Werke, welche über die Schifffahrt Frankreichs erschienen sind, schätzen:

Das Kilometer Canal von großem Durchschnitt auf	90,000 Fr.
Ferner das Meter Schleusenfall auf	24,000 =

*) Wir theilen dieses im Auszuge mit, aus einem französischen Werke: Essai sur les bateaux à vapeur, par Tourasse et Mellet.

Also ein Kilometer Canal von ein
Millimeter auf das Meter würde kosten 114,000 Fr.
Zwei Millimeter auf das Meter . 138,000 »
Drei Millimeter auf das Meter . 162,000 »

Wir haben im Durchschnitt 1 Kilometer Eisenbahn anzulegen auf 110,000 Fr. geschätzt; wenn also das Terrain einen etwas beträchtlichen Fall hat, so sind die Kosten der Anlegung einer Eisenbahn und eines Canales sich ungefähr gleich.

Es gibt aber nur wenige Canäle, wo man die Pferde mit Nutzen anwenden kann. Bei allen denjenigen Canälen, wo Brücken und hauptsächlich viele Schleusen es nothwendig machen, daß man augenblicklich die Pferde abspannt, und bei solchen, wo der Leinpfad scharfe Krümmungen hat, kann man die Pferde nicht so bequem anwenden und ist genöthigt, Menschen zum Ziehen der Schiffe anzuwenden.

Auf dem Canale von Briare z. B., der 108 Kilometer lang ist, werden die Schiffe von Menschen gezogen, welche 7 Tage nöthig haben, um ein Schiff von 40 Tonnen durch diese Canalstrecke zu ziehen und zwar wegen der geringen Dimension des Canales.

Die Kosten sind folgende:

Drei Bootleute auf 7 Tage . . .	60 Fr.
Zwei Männer zum Ziehen	24 »
Unterhaltung des Fahrzeuges . . .	60 »
Summe . .	144 Fr.

Dieses beträgt von der Tonne auf das Kilometer 0,333 Fr., und dennoch ist das Gefälle dieses Canales gar nicht bemerklich. Hier würden Eisenbahnen einen entschiedenen Vorzug haben.

Der Canal von Givors hat ein mittleres Gefäll von 6 Millimeter auf das Meter, wie auch die Eisenbahn, welche durch dasselbe Thal läuft. Auf eine Strecke von 17000 Meter hat dieser Canal 28

Digitized by Google

Schleusen von ungleichem Gefäll, ziemlich viele Brükken und scharfe Krümmungen, alles Umstände, durch welche die Pferde ausgeschlossen werden.

Die Kosten für ein Fahrzeug von 60 Tonnen sind folgende:

Zwei Männer zum Ziehen und ein Bootsmann stromabwärts	15 Fr.
Das leere Fahrzeug zurückzuziehen .	12 =
Abnutzung des Fahrzeuges und Unterhaltung des Taues auf 6 Tage, so lange die Ueberfahrt dauert . . .	10 =
Summe . .	37 Fr.

so daß also auf die Tonne und das Kilometer 0,0315 Franken kommen.

Auf der Eisenbahn kann der Transport von 60 Tonnen auf 20 Wägen in einem halben Tage bewerkstelligt werden, und das Zurückbringen der leeren Wägen beträgt etwa 1 Fr. vom Wagen. Zu diesen Kosten muß man hinzurechnen die Abnutzung und das Schmieren der Wägen, welches vom Wagen auf 50 Cent. angeschlagen werden kann. Diese einzelnen Punkte zusammen gerechnet, bekommt man

Sechzig Tonnen dem Gefäll der Bahn entlang fortzuschaffen	1 Fr. 25 C.
Zwanzig Wägen zurückzuschaffen . .	20 = — =
Für Abnutzung und Schmieren der Wägen	10 = — =
Summe . .	31 Fr. 25 C.

so daß also die Eisenbahn trotz des Gefälles den Vorzug behält

Es ist allerdings wahr, daß für die rückwärts zu transportirenden Waaren der Preis des Ziehens auf dem Canale bei weitem nicht so hoch als auf einer Eisenbahn seyn würde, und man kann im All-

gemeinen annehmen, daß bis zu der Grenze von 6 Millimeter auf das Meter wobei auf je 500 Meter eine Schleuse zu rechnen ist, ein Canal für den Rücktransport den Vorzug habe, aber man darf dabei auch andern Theils nicht übersehen, daß bei einem solchen Gefäll enorme Kosten auf Wasserbehälter und Wassergräben für die Speisung von breiten Canälen mit Schleusen verwendet werden müssen, wohin z. B. der Canal von Languedoc zu rechnen ist, dessen wir weiter oben Erwähnung gethan haben; und nur solche Canäle sind im Stande, Fahrzeuge von vortheilhaften Dimensionen für die Flußschifffahrt aufzunehmen. Bei Canälen von kleinern Dimensionen, wohin die meisten in Frankreich angelegten Canäle gehören, wie z. B. der Canal von Givors, dessen wir bereits Erwähnung gethan haben, macht sich vor dem Einlaufen in den Canal häufig ein sehr kostspieliges Umladen nothwendig, oder man müßte mit den für den Canal erbauten Fahrzeugen auch den Fluß beschiffen, wodurch die Kosten der Schifffahrt verdoppelt werden, theils wegen der viereckigen Gestalt dieser Schiffe, theils wegen ihrer Wassertracht, welche in der Regel für den Fluß zu beträchtlich ist. Beim Transport auf einer Eisenbahn müssen zwar auch die Waaren vom Wagen in's Fahrzeug geladen werden, aber die Kosten dieses Abladens betragen vom Wagen etwa 50 Cent., oder 17 Cent. von der Tonne, was für ein Schiff von 100 Tonnen nur 17 Fr. ausmacht, während die Umladung für ein Fahrzeug von solcher Größe allein 40 Franken kostet; und besteht die Ladung aus Steinkohlen, so ist noch außerdem der beträchtliche Abfall in Anschlag zu bringen.

Um den Unterschied der Kosten der Flußschifffahrt mit engen und weiten Fahrzeugen bemerklich zu machen, bemerken wir blos, daß auf der Rhone ein großes Fahrzeug von 160 — 192 Tonnen Trächtigkeit

Digitized by Google

von sehr vollem Bau und ein Canal-Fahrzeug von höchstens 100 Tonnen Trächtigkeit für ganz gleiche Kosten (nämlich für 200 Fr.) bis in die Provence geschafft werden.

Sobald der Canal nicht in großen Dimensionen angelegt werden kann, hat die Eisenbahn für die berg-ab gehenden Transporte einen entschiedenen Vorzug vor demselben. Außerdem wird die Schifffahrt auf dem Canal im Winter durch den Frost, im Sommer durch die Dürrung unterbrochen, aber die Eisenbahn ist von diesen Hindernissen ganz frei. Der Schnee allein, wenn er sehr stark fällt, kann ein Hinderniß abgeben, ist aber sehr bald abgeräumt mit einer Art von Pflug mit doppeltem Schaar, der über die Schienen gezogen wird. Man wendet dazu Pferde an, und reinigt auf diese Weise sehr bald die Oberfläche der Schienen, so daß die Wagenzüge einen sichern Gang haben.

Im Allgemeinen kann man behaupten, daß die Canäle und die Eisenbahnen für Waaren und Frachtgüter zwei gute Transportmittel sind, und blos die Besichtigung des Terrains und die Berücksichtigung der Quantität der zu transportirenden Waaren kann dem einen oder dem andern dieser Transportmittel den Vorzug einräumen.

Besteht das Terrain aus einer Ebene mit einem Gefäll nicht über 2 Millimeter auf das Meter; ist der Frachtverkehr sehr beträchtlich; ist der Boden fest und nicht sandig, so daß man den Canal leicht wasserhaltend machen kann; und ist endlich bequeme Gelegenheit, ihn zu speisen, vorhanden, so scheint ein Canal den Vorzug zu haben.

Wenn aber bei diesem Gefäll eine der vorhergehenden Bedingungen fehlt, so thut man besser, eine Eisenbahn anzulegen.

Digitized by Google

Von 2 Millimeter bis auf 6 Millimeter hängt die Wahl von den vorhergehenden Bedingungen ab, und außerdem noch von der Richtung, welche der Haupttransport schwerer Waarenartikel zu nehmen pflegt. Findet dieser Transport bergab statt, so wird eine Eisenbahn immer den Vorzug haben, bergan dagegen muß man einen Canal vorziehen, vorausgesetzt, daß er ohne zu große Kosten mit Wasser gespeist werden kann; denn auf 1000 Meter wird man gegen zwei Schleusen haben, und die Wasserconsumtion wird enorm seyn. Eine einzige Schleuse consumirt 500 Kubikmeter, und trotz aller Berechnungen über den Wasseraufwand der Canäle, steigert die Unregelmäßigkeit des Dienstes den wirklichen Aufwand bei jeder passirten Schleuse fast um den Betrag eines ganzen Schleusenwassers, selbst auf einem Canale, welcher eine Wasserscheide hat.

Unter dem Ausdrucke schwerer Waaren sind solche zu verstehen, welche den Raum nicht versperren, als Steinkohlen, Kalksteine, gebrannte Backsteine, Planken, Getreide in Säcken, oder Baumwollenballen. Handelt es sich von Waaren, welche viel Raum versperren, wie z. B. Heu, Bouteillen, Langholz, so würde der Transport auf einer Eisenbahn schwierig zu bewerkstelligen seyn, weil diese Artikel auf mehrere Wägen vertheilt werden müssen, und weil alsdann zu viele Wägen von wenig Last eingenommen und versperrt seyn würden, sobald man nicht ganz besondere Wägen für jede Sorte von Waaren hat. Ein Capital aber so anzulegen, würde nicht zweckmäßig sein, wie wir bereits bemerkt haben.

Ueber 6 Millimeter auf das Meter wird der Canal zu kostspielig und der Transport zu langsam, um mit der Eisenbahn eine Vergleichung aushalten zu können. Wir reden nämlich hier von einer gewissen Strecke des Canales, die mit einem solchen Gefäll angelegt ist

Digitized by Google

und nicht von einem bloßen Uebergange einer Wasserscheide, der für einen Canal schwierig werden kann, selbst in einer Oertlichkeit, wo der übrige Tractus leicht anzulegen ist.

Gleich den Canälen haben auch die Eisenbahnen ihre Grenze, wo sie keinen Vortheil vor den gewöhnlichen Chausseen gewähren.

Der Widerstand auf einer gut unterhaltenen gepflasterten Chaussee ist unfähr auf $\frac{33}{1000}$ anzuschlagen, während er auf einer Eisenbahn blos $\frac{5}{1000}$ beträgt; je mehr aber die Steigung zunimmt, desto mehr nimmt auch der Widerstand zu, indem der neue Widerstand, welcher durch den Theil des zerlegten Gewichtes entsteht, zum Widerstande der Reibung hinzukommt, so daß die beiden Totalwiderstände von der einen und der andern Seite sich endlich einander nähern, was sich aus nachstehender Tabelle ergibt:

Digitized by Google

Fall, ausgedrückt in Millimetern auf das Meter.	Widerstand von der Steigung.	Gewöhnliche gepflasterte Chausseen.		Eisenbahn.		Verhältniß der totalen Widerstände.
		Widerstand von Reibung.	Totaler Widerstand.	Widerstand von Reibung.	Totaler Widerstand.	
0	0,000	0,033	0,033	0,005	0,005	1 . . . 6,60
5	0,005	=	0,038	=	0,010	1 . . . 3,80
10	0,010	=	0,043	=	0,015	1 . . . 2,86
20	0,020	=	0,053	=	0,025	1 . . . 2,12
30	0,030	=	0,063	=	0,035	1 . . . 1,85
40	0,040	=	0,073	=	0,045	1 . . . 1,62
50	0,050	=	0,083	=	0,055	1 . . . 1,50

Sobald man also Steigungen von 4 — 5 Centimeter auf das Meter erreicht hat, beträgt der Wi-

derstand auf der Eisenbahn ungefähr $\frac{2}{3}$ vom Widerstande auf der Chaussee, während er in der Ebene nur etwa $\frac{1}{4}$ desselben Widerstandes beträgt. Wenn die Transporte bergab gehen, wird die bewegende Kraft der Schwere auf der Eisenbahn zu mächtig, und man muß in diesem Falle die Wägen leer zurückschaffen, so daß also der Vortheil der Eisenbahn mit der Zunahme der Steigung sehr beträchtlich abnimmt.

Bei Steigungen über 1 Centimeter auf das Meter kann man zwar feststehende Dampfmaschinen, oder selbstwirkende schiefe Flächen anwenden, und in gewissen Localitäten können diese Mittel unter gewissen Bedingungen im Dienste der Transporte eine beträchtliche Ersparniß vor den anderen Bewegungsmitteln gewähren.

Wir haben aber weiter oben die Schwierigkeiten gesehen, welche ihre Anwendung darbietet, und die Nachtheile, welche daraus hervorgehen würden, wenn im Dienste keine strenge Regelmäßigkeit stattfindet.

Im Allgemeinen kann man als Regel aufstellen, daß eine Eisenbahn von großer Ausdehnung, nie lange schiefe Flächen von mehr als 15 Millimeter auf das Meter enthalten darf, wenn sie einen merklichen Nutzen vor einer gewöhnlichen Chaussee gewähren soll. Die Anlegung von Eisenbahnen an jähen Abhängen darf sich nur beschränken auf den Dienst eines Hüttenwerkes, oder eines Bergwerkes, welches einige Kilometer von dem Punkte entfernt ist, wo die Produkte eingeschifft werden.

Digitized by Google

Drittes Kapitel.

Vom Transporte der Passagiere und kostbarer Waaren auf den Eisenbahnen.

Für Gegenstände, welche mit Geschwindigkeit transportirt werden sollen, besitzen die Eisenbahnen einen auffallenden Vorzug vor jeder Art des Communicationsmittels. Sie bieten außerdem eine Annehmlichkeit und eine Bequemlichkeit des Transportes dar, welche nur Reisen zu Wasser gewähren.

Auf den Canälen wächst der durch die Reibung des Wassers am Fahrzeug erzeugte Widerstand im Verhältnisse zum Quadrate der Geschwindigkeit der Bewegung. Wenn nach diesem Gesetze, welches für die gewöhnlichen praktischen Anwendungen hinlänglich genau ist, ein Fahrzeug einen Widerstand $= R$ erfährt, wenn es im gewöhnlichen Schritte der Pferde, oder ein Meter in der Sekunde gezogen wird, so wird es einen Widerstand $= R\,v^2$ erfahren, wenn es mit einer Geschwindigkeit v in der Sekunde bewegt wird; und da das Pferd diesen Widerstand mit derselben Geschwindigkeit v fortbewegen soll, so wird das ganze dynamische Kraftvermögen, welches hierzu erforderlich ist, ausgedrückt werden durch $R\,v^3$ und im Verhältnisse zum Cubus der Geschwindigkeit wachsen.

Der Widerstand eines Fahrzeuges von gewöhnlicher Dimension, welches sich auf einem Canale von großem Durchschnttt 1 Meter in der Sekunde fortbewegt, beträgt etwa 20 Kilogramm. Der Widerstand wird bei doppelter Geschwindigkeit, oder wenn es sich 2 Meter in der Sekunde fortbewegt, 20×4 oder 80 Kilogramm, und das dynamische Vermögen, welches erforderlich ist, um das Schiff fortzubewegen, würde $=$ seyn 20×8 oder 160 Kilogramm. Für eine Geschwindigkeit von 3 Meter in der Sekunde

beträgt das erforderliche dynamische Vermögen 20 × 27 = 540, woraus sich ergibt, daß die Schifffahrt für die beschleunigten Geschwindigkeiten einen beträchtlichen Ueberschuß von Kraft erheischt.

Man wendet indessen die Dampfboote mit Erfolg auf dem Meer und auf den Flüssen an, muß aber berücksichtigen, daß der Widerstand auf dem Meer, oder auf den großen Flüssen weit geringer ist, als auf einem so engen Canale, wie man die innern Communicationskanäle anzulegen pflegt. Außerdem würde auch die starke Bewegung, in welche das Wasser durch die Schaufelräder der Dampfboote versetzt wird, die Ufer sehr bald zerstören. Man hofft die Schwierigkeit auf diese Weise beseitigen zu können, daß man die Schaufelräder durch Schnecken ersetzt, welche unter dem Wasser thätig sind. Die bis jetzt damit angestellten Versuche sind indessen noch nicht ganz schlußgerecht. Endlich muß man bemerken, daß das Passiren der Schleusen, welches wenigstens 10 Minuten erfordert, großen Aufenthalt erzeugt, wenn die Schleusen etwas häufig sind.

Die wenigen Canäle in Frankreich, die auch zum Transporte der Passagiere dienen, sind diejenigen von Languedoc und Beaucaire, Canäle von großem Durchschnitt und mit wenigen Schleusen. Diese Art des Transportes ist zwar wohlfeil, jedoch auch langsam. In England beschränkt sich der Transport der Passagiere auf den Canälen nur auf einen oder zwei derselben in Schottland.

Auf einer Eisenbahn wirkt die Reibung wie eine constante verzögernde Kraft. Wenn man deshalb den Widerstand, welcher durch diese Reibung erzeugt wird, unter der Einheit der Geschwindigkeit in Schätzung bringt, so wird dieser Werth des Widerstandes für jede andere größere Geschwindigkeit derselbe bleiben. Das für die Bewegung nöthige dynamische Vermögen

Digitized by Google

wird ausgedrückt werden durch das einfache Produkt dieses Werthes des Widerstandes, multiplicirt mit der Geschwindigkeit, während auf den Canälen dasselbe erforderliche dynamische Vermögen auszudrücken ist durch das Produkt des Widerstandes unter der Einheit der Geschwindigkeit, multiplicirt mit dem Cubus der Geschwindigkeit der Bewegung. Der Elementarwiderstand unter der Einheit der Geschwindigkeit beträgt für eine Eisenbahn $\frac{1}{200}$ und für einen Canal $\frac{1}{600}$ des transportirten Gewichtes. Diese letztere Zahl rührt von den in England gemachten Erfahrungen her. Für eine Geschwindigkeit von 3 Meter in einer Sekunde wird also der Widerstand auf dem Canale $\frac{9}{600}$ oder $\frac{1}{66}$ seyn. Das erforderliche dynamische Vermögen für diese Geschwindigkeit wird ausgedrückt werden auf einer Eisenbahn durch $\frac{1}{200}$ von 1000 Kilogramm 3 Meter weit transportirt, oder durch $\frac{1}{66}$ von 1000 Kilogramm 1 Meter weit transportirt. Auf dem Canale wird dieses dynamische Vermögen $\frac{1}{66}$ von 1000 Kilogramm 3 Meter weit transportirt, oder $\frac{1}{22}$ 1 Meter weit transportirt, oder das Dreifache der auf der Eisenbahn erforderlichen Kraft seyn. Man sieht also, daß für die beschleunigten Geschwindigkeiten die Eisenbahnen vor den Canälen eine beträchtliche Ersparniß an Kraft des Bewegungsmittels voraus haben.

Auf den Chausseen muß der Elementarwiderstand ebenfalls mit der einfachen Geschwindigkeit multiplicirt werden, um den Ausdruck des für den Zug erforderlichen dynamischen Vermögens zu erhalten. Aber hier ist der Elementarwiderstand unter der Einheit der Geschwindigkeit schon sehr beträchtlich, und nur bei außerordentlichen Geschwindigkeiten könnte diese Art des Transportes, mit den Canälen verglichen, eine merkliche Ersparniß gewähren.

Der angewendete Motor, sei es nun Thier oder Maschine, ermüdet leichter, wenn die Geschwindigkeit der Bewegung vermehrt wird, und seine Last muß schneller abnehmen, als die Geschwindigkeit zunimmt. Es werden also die Kosten des Zuges bei großen Geschwindigkeiten verhältnißmäßig größer seyn; handelt es sich aber um den Transport von Menschen, oder von kostbaren Waaren, wo eine große Geschwindigkeit theuer bezahlt werden kann, so darf man diese größern Kosten nicht fürchten, die immer reichlich bezahlt werden.

Um die verschiedenen bewegenden Kräfte, welche man für den Transport der Passagiere auf Eisenbahnen anwenden kann, unter einander zu vergleichen, wollen wir immer dieselben Bedingungen annehmen, d. h. Brennmaterial von wohlfeilem Preise. Auf einer beinahe horizontalen Eisenbahn kann ein Pferd, welches 4 Wegstunden in einer zurücklegt, eine Last von 5 Tonnen oder 5000 Kilogramm fortbewegen, aber man wird wohlthun, dasselbe nur jedesmal 2 Stunden zurücklegen zu lassen und jede halbe Stunde eine frische Relais zu haben. Bei einer solchen Einrichtung kann das Pferd täglich 20 Kilometer durchlaufen und kostet 6 Fr.

Eine Maschine, welche für den Transport schwerer Waaren erbaut ist und 10 Kilometer in der Stunde zurücklegen soll, kann leicht in eine so beschleunigte Bewegung versetzt werden, daß sie 16 Kilometer oder 4 Wegstunden zurücklegt, und bei dieser Geschwindigkeit bewegt sie ohne Schwierigkeit eine Last von 30000 Kilogrammen oder 30 Tonnen fort. Man muß zwei Maschinen haben, damit immer eine disponibel sei, und muß für die in Thätigkeit befindliche Maschine für den Tag 38 Fr. rechnen, angenommen, daß sie jeden Tag 80 Kilometer zurücklegt.

Ein Dampfwagen von solcher Einrichtung, daß

Digitized by Google

er stündlich 25 Kilometer zurücklegt, wie diejenigen von Mancheſter, kann mit dieſer Geſchwindigkeit eine Laſt fahren, welche der vorhergehenden gleichkommt. Aber alsdann muß man vier Maſchinen beſitzen, um eine disponibel zu haben, und die Koſten der in Thätigkeit befindlichen kommen für eine gleiche Strecke von 80 Kilometer auf den Tag wenigſtens auf 60 Fr.

Die Wahl dieſer verſchiedenen wirkenden Kräfte hängt ab von der Menge der Paſſagiere, von dem größern oder geringern Intereſſe, was man auf die äußerſte Geſchwindigkeit des Transportes legt, und von dem Gefälle, welches die Eiſenbahn hat. Wenn täglich nur zwei- oder dreimal abgefahren wird, und die Menge der Paſſagiere bei jeder Abfahrt höchſtens 40 beträgt, ſo leuchtet von ſelbſt ein, daß man blos Pferde anwenden müſſe; denn wenn 15 Perſonen ungefähr 1000 Kilogramme wiegen, ſo werden 40 Perſonen 2600 Kilogramme wiegen, und wenn man ſie in zwei Wägen, jeder zu 20 Sitzen, Platz nehmen läßt, ſo wiegt die ganze Ladung, ſammt den Wägen, nur 5600 Kilogramme.

Nimmt man 40 Kilometer beiſpielsweiſe als die Länge der durchlaufenen Eiſenbahnſtrecke an, und ſtellt man ferner die Bedingung, daß die Bahn ganz horizontal ſei, ſo wird ein Pferd, welches eine Kraft von 30 Kilogrammen mit einer Geſchwindigkeit von 4 Meter in der Sekunde ausüben kann, die beiden Wägen, die 5600 Kilogramme wiegen, fortziehen, und der Transport durch Pferde koſtet für eine Reiſe:

Vier Relais, jede zu einem halben Pferde Tagewerk	12	Fr. —	Cent.
Dem Wagenführer für einen halben Tag à 3 Fr.	1	= 50	=
Schmiere	—	= 30	=
Abnutzung der Bahn	1	= 20	=
Für den Transport der 40 Paſſagiere	15	Fr. —	Cent.

Digitized by Google

Wollte man Dampfwägen anwenden, so würde der Transport dreimal theurer kommen, weil ihre Kraft nicht benutzt würde.

Hätte man aber bei jeder Abfahrt eine dreimal größere Zahl von Passagieren, und wäre der Verkehr zwischen den beiden äußersten Punkten groß genug, um die Kosten einer größern Geschwindigkeit zu decken, so würden alsdann die Maschinen mit Erfolg angewendet werden können, z. B. zwischen Manchester und Liverpool, zwei Städten von unermeßlichem Handel und wovon die eine der Hafen der andern ist, bestanden schon vor der Anlegung der Eisenbahn 48 Landkutschen, und die Entfernung beider Städte, die 20 englische Meilen, oder 50 Kilometer beträgt, wurde in 3½ Stunde zurückgelegt. Die Eisenbahn konnte sich diese große Menge von Passagieren nur dadurch aneignen, daß sie obige Strecke in 1½ oder in 2 Stunden zurücklegt. Für diese Geschwindigkeit mußte man nothwendig Dampfwägen haben, mit einer Einrichtung, daß man so zu sagen, von einer Stadt zur andern fliegen kann.

Von der ganz horizontalen Eisenbahn wenden wir uns nun zu einer Steigung von 5 — 6 Millimeter auf das Meter, wo die Wägen schon vermöge der Schwerkraft bergab laufen und wodurch die Natur des Dienstes ganz verändert wird. Nimmt man an, daß immer zwei Wägen mit 40 Passagieren im Ganzen besetzt sind, so wird diese Last von 5600 Kilogrammen bergan einen doppeit so großen Widerstand als auf horizontaler Ebene erzeugen. Man braucht also zwei Pferde statt eines einzigen. Da aber die Pferde in ihrem Stalle zurückkehren, so folgt daraus, daß sie täglich eine größere Strecke durchlaufen können. Legt man also in Strecken von 7000 Meter ein Relais, so werden diese Pferde täglich zweimal im scharfen Trab bergauf ziehen und zwei-

mal im Stalle zurückkehren, was für den Tag 28000 Meter gibt. Sie kosten übrigens nicht mehr als andere, oder höchstens 6 Fr. 50 Cent.

Alsdann hätte man für den Dienst von zwei Wägen, die 40 Kilometer durchlaufen:

Sechs Relais zu $\frac{1}{4}$ Tagwerk für zwei Pferde, welche 13 Fr. kosten, oder $6 \times \frac{13}{4}$	19 Fr.	50 Cent.
Dem Wagenführer einen halben Tag	1 „	50 „
Schmiere	— „	30 „
Abnutzung der Bahn	1 „	— „
Summe . .	22 Fr.	30 Cent.

Nimmt man also an, daß die Wägen täglich zweimal bergan und bergab fahren, so würde der Dienst in Summa 89 Fr. 20 Cent. kosten, und die 6 Relais würden allein auf 78 Fr. kommen.

Für einen solchen Dienst müßte man zwei Maschinen im Gange, folglich vier Maschinen disponibel haben. Rechnet man jede Maschine täglich zu 38 Fr., so würde ihr Dienst 76 Fr. zu stehen kommen. Man hätte also schon Gewinn bei der Anwendung von Dampfwägen, weil man dabei eine weit größere Geschwindigkeit bekäme. Aber die Differenz wird immer merklicher, je mehr die Steigung zunimmt, weil der Widerstand rasch wächst und dem Kraftvermögen sich nähert, für welches die Dampfmaschinen berechnet sind.

Bei einer Steigung von 14 Millimeter auf das Meter wird also der Widerstand 5600 Kilogramm $\times \left(\frac{5 + 14}{1000}\right) =$ 101 Kilogramm seyn, und für dieselbe Transportart der Passagiere müßte man Relais in je 5000 Metern anlegen und 3 Pferde anspannen, von denen jedes 33 Kilogramme Kraft

Digitized by Google

äußert und dabei zugleich seine eigne Last bergan bewegt.

Alsdann würde sich der Aufwand eines Transportes mit zwei Wägen folgendermaßen verhalten:

Acht Relais von ¼ Tagwerk für 8 Pferde à 6 Fr. 50 C. (jedes Pferd fährt nämlich zweimal bergab, weil diese Steigung sehr ermüdet . . .	39 Fr.	— Cent.
Zahlung dem Wagenführer auf einen halben Tag	1 =	50 =
Schmiere	— =	30 =
Abnutzung der Bahn	1 =	— =
Summe . .	41 Fr.	80 Cent.

Der ganze Dienst, zweimal bergauf und zweimal bergab zu fahren, kommt also auf 167 Fr. 20 Cent., und die Pferderelais allein auf 156 Fr.

An dieser Steigung müßten zwei Dampfwägen in Thätigkeit seyn, von denen, wie wir gesehen haben, jeder mit 40 Fr., oder beide mit 80 Fr. in Ansatz gebracht werden. Zu Gunsten der Maschinen würde also eine große Ersparniß sprechen. Dieser Nutzen würde aber noch weit größer seyn, wenn die Zahl der Reisenden doppelt wäre; denn der Widerstand, den ein Dampfwagen an einer solchen Steigung überwinden kann, beträgt wenigstens 190 Kilogramm, und er würde also für denselben Preis von 40 Fr. täglich diese doppelte Zahl von Passagieren transportiren.

Dieser Nutzen würde inzwischen geringer seyn, sobald das Brennmaterial das Doppelte oder das Dreifache kostete; denn der Preis der Arbeit der Maschine würde beträchtlich modificirt seyn. In einer Gegend, z. B. wie Paris, die von Steinkohlengruben entfernt ist, würden die Cokes, von denen wir 100 Kilogramm zu 75 Cent. annehmen wollen, dann wenigstens 3 Fr. kosten. Die 100 Kilogramme, welche

Digitized by Google

von der Dampfmaschine, wie wir angenommen haben, täglich consumirt werden, würden 30 Fr. statt 7 Fr. 50 Cent. kosten, also 22 Fr. 50 Cent. mehr, so daß der Preis der täglichen Arbeit der Maschine auf 62 Fr. 50 Cent. mit mäßigen Geschwindigkeiten sich belaufen würde. Wollte man Steinkohlen anwenden, so würde die Differenz des Preises ebenfalls groß seyn. Uebrigens ist die Anwendung dieses letztern Brennmateriales den Passagieren wegen seines Rauches unerträglich.

Von der Anwendung feststehender Dampfmaschinen für den Transport der Passagiere ist wenig zu sagen. Wenn man annimmt, daß es auf derselben Bahn Güter nnd Reisende gibt, so müßte man an einem einzigen Punkte eine mächtige Kraft anbringen, die nicht nur im Stande wäre, die großen Transporte fortzuschaffen und auch die Last des Taues zu ziehen, dessen Reibung oft mehr als die Hälfte des totalen Widerstandes beträgt. Wollte man diese Kraft anwenden, um Reisende zu transportiren, so würde sie im Verhältnisse zu den beträchtlichen Kosten, welche ihre Anwendung erheischt, keinen Nutzeffekt gewähren. Es kann indessen der Fall eintreten, daß die Anwendung dieser bewegenden Kraft unerläßlich wird, sobald die Eisenbahn schiefe Flächen von 4 — 5 Centimeter Neigung auf das Meter, wie diejenige von Andrezieux und Roanne, besitzt. Alsdann werden die Passagiere gleich den andern Wagenzügen von der feststehenden Dampfmaschine bergan gezogen. Dieses ist aber eine Nothwendigkeit und keineswegs ein Nutzen, weil ein enormer Ueberschuß nützlicher Kraft vorhanden ist, wenn die Maschine die Passagiere allein bergan zieht. Ließe sich andern Theils annehmen, daß eine Eisenbahn für den Transport von Passagieren der Oertlichkeit halber an ganz steilen Abhängen angelegt würde, so könnte man feststehende

Dampfmaschinen vorschlagen und zugleich die Last des Taues vermindern; aber die zufälligen Zerreißungen dieses Taues, die Unterbrechungen des Dienstes, die eine Folge davon seyn würden, die Schwierigkeit der Kreuzungen anderer Wege, der nothwendige Aufenthalt, um Signale von einer Station nach der andern zu machen, werden durchgängig ein Hinderniß seyn, diese Einrichtung in großer Ausdehnung anzuwenden.

Eine Eisenbahn kann einzig und allein für den Transport der Passagiere angelegt seyn, nur muß dieser Transport sehr beträchtlich seyn, was nur in besondern Localitäten der Fall seyn kann. Dergleichen sind die Zugänge großer Städte, wie z. B. von London und Paris. Und auch in diesem Falle muß die andere Stadt, welche mit der Hauptstadt verbunden werden soll, von ihr durch eine hinlängliche Entfernung getrennt seyn; denn da die Eisenbahn nur bis zum Eingange der Hauptstadt sich erstrecken kann, so muß jeder Reisende noch auf seine Kosten, zu Fuße, oder zu Wagen, eine gewisse Entfernung zurücklegen, welcher Unannehmlichkeit man bei den gewöhnlichen Wägen überhoben ist, die in's Innere der Städte fahren. Beträgt nun diese Entfernung, die man noch außerdem zurückzulegen hat, einen beträchtlichen Theil der ganzen Entfernung, so entspringt daraus ein Zeitverlust und eine Belästigung, welche der Eisenbahn schaden muß. Dieser Fehler, nicht in die Städte fahren zu können, schadet sogar den Eisenbahnen zwischen Liverpool und Manchester, wie zwischen St. Etienne und Lyon, obgleich der größte Theil der Passagiere aus einer Entfernung von 12 und 15 Stunden herbeikommen. In Liverpool hat die Eisenbahngesellschaft einen neuen Stollen unter der Stadt begonnen, um die Passagiere bis in den Mittelpunkt der Stadt zu bringen. Zu Lyon

soll die Eisenbahn auf dem Kay an der Rhone ebenfalls eine Linie bilden, welche bis in die Mitte der Stadt dringt, um eben hier Reisende aufzunehmen.

Viertes Kapitel.

Von den großen Eisenbahnlinien.

Anfangs beschränkten sich die Eisenbahnen auf Längen von 3 bis 4000 Meter und hatten die Bestimmung, die ausgegrabenen Steinkohlen an Kanäle oder an Flüsse zu schaffen. Später legte man sie nach einem größern Maaßstabe an und benutzte sie für den Transport der Passagiere und jeder Art von Waaren zwischen Punkten, die von einander ziemlich entfernt lagen. So hat z. B. die Eisenbahn von Liverpool eine Länge von 50 Kilometer, diejenige von St. Etienne nach Lyon von 58 bis 60, und diejenige von Andrezieux nach Roanne von 65 Kilometer. Die Vollendung dieser großen Arbeiten und der allgemeine Beifall, den die Eisenbahn von Liverpool gefunden hat, mögen wohl auf die kühne Idee geleitet haben, daß diese Art der Communication mit Nutzen auf noch weit größere Entfernungen ausgedehnt werden könne, und daß sie dadurch eine unerhörte Leichtigkeit und Geschwindigkeit für den Handelsverkehr zwischen sehr entfernten Mittelpunkten der Industrie darbieten müsse. In dieser Absicht haben auch in Frankreich die Kammern besondere Fonds für das Studium großer Eisenbahnlinien bewilligt, welche sich von Havre nach Marseille, von Nantes nach Straßburg, von Lille nach Bordeaux ausbreiten sollen. Die Größe dieser Pläne ist von der Art,

Digitized by Google

daß, wenn man sich dieselben realisirt denkt, es unmöglich ist, alle Modificationen vorherzusehen, welche der französischen Industrie in der Zukunft aus diesem Grunde bevorstehen. Es ist indessen möglich, einige Punkte der Frage zu fixiren, und die Beantwortung derselben kann von Nutzen seyn, um die wahren Vortheile dieser neuen Schlagadern der Civilisation gehörig zu würdigen.

Die Hauptfrage, welche hier studirt werden muß, ist die commerzielle, und der mehr oder weniger wahrscheinliche Nutzen, den die großen vorgeschlagenen Eisenbahnlinien bringen werden.

Sollte der Transport der schweren Frachtgüter eine merkliche Abnahme durch die Anlegung von so ausgebreiteten Eisenbahnlinien erleiden? es läßt sich daran zweifeln, wenn die Eisenbahn mit einem Flusse oder einem Canale mit wenigen Schleusen zu kämpfen hat, wie z. B. diejenigen Eisenbahnen, welche mit Flüssen parallel laufen. Wir können Marseille und Lyon als ein Beispiel anführen: das Gefäll der Rhone beträgt im Durchschnitt nur ½ Millimeter auf das Meter. Ein Seitencanal hätte also nur eine Schleuse von 2½ Meter Fall auf eine Strecke von 5000 Meter. An einem solchen Canale, welcher fast in gerader Linie angelegt ist, weil das Rhonethal ziemlich weit ist, könnte man zum Zug der Boote leicht Pferde benutzen. Auch würde die Tonne schwerer Waaren ½ Cent. zu ziehen kosten, während sie wenigstens 1½ Cent. auf den unter gleichen Umständen angelegten Eisenbahnen zu stehen kommt. Mit den andern Kosten würde also die ganze für den Canal zu erhebende Abgabe nicht über 4 Cent. steigen, während sie für die Eisenbahn wenigstens 6 bis 7 Cent. beträgt. Von Havre nach Paris ist das Gefäll der Seine noch weit schwächer, denn es beträgt nur 24,17 Meter auf 365 Kilometer. Die Transporte

zwischen den beiden Städten zu Wasser kommen die Tonne auf das Kilometer ungefähr auf 4 Cent. Offenbar würde eine Eisenbahn sich gegen einen solchen Preis nicht halten können, der noch durch manche Berichtigungen und Vervollkommnungen, die sicher binnen einigen Jahren eintreten, wohlfeiler werden würde.

Ganz anders verhält es sich mit dem Transporte von Colonialwaaren, von Stoffen, und in der Regel von allen Waaren, von denen ein gegebenes Gewicht einen solchen Werth hat, daß sie die Kosten bezahlen können, welche ein rascher Transport mit sich bringt. Die Geschwindigkeit des Transportes hat hauptsächlich Werth für Geschäftsmänner und für Kaufleute, die höher als sonst jemand den Verlauf ihrer Zeit in Geld anzuschlagen pflegen. Der Hauptvortheil der großen Eisenbahnlinien besteht also in der Ersparniß der Zeit in Folge der Geschwindigkeit des Transportes, und dieser Vortheil ist unermeßlich.

Aber unter diesem Gesichtspunkte kann die Anlegung dieser neuen Linien nicht sogleich wichtige Resultate liefern, es müßte denn bereits zwischen den beiden äußersten Punkten oder zwischen ihnen und den mittlern Punkten ein beträchtlicher Verkehr in kostbaren Waaren und eine große tägliche Circulation von Reisenden bestehen. Dergleichen Punkte sind in Frankreich z. B. Paris, Rouen und Havre. Noch weiter zu gehen und sogleich unermeßlich große Bahnlinien anzufangen, z. B. von Paris nach Bordeaux, Lyon, Straßburg, dürfte sich als ein unnützes Wagniß darstellen, denn es läßt sich nicht leicht die Wirkung solcher Bahnlinien vorhersehen, und eben so wenig beurtheilen, ob die Kosten ihrer Anlage durch die Entwickelung von Handelsverhältnissen zwischen den Städten compensirt werden, die schon an und für sich unabhängige Mittelpunkte einer enormen Consumtion sind.

Digitized by Google

Diese großen Bahnlinien werden wichtige Schwierigkeiten für einen regelmäßig unterhaltenen Dienst darbieten, der bei dieser Art von Unternehmungen eine Hauptbedingung des Erfolges ist. Wenn jeder zwischenliegende Punkt für sich abgesondert seine Expeditionen haben soll, so müssen, wenn nur eine doppelte Bahn vorhanden ist, die Abgangsstunden im Voraus bestimmt seyn, um jedes Zusammentreffen der Wagenzüge, die von einem entfernten Punkte kommen, mit demjenigen zu vermeiden, der von einem zwischenliegenden Punkt abgeht und sich mit geringerer Geschwindigkeit bewegt; oder man müßte sich einer fast gleichen Geschwindigkeit beim Transport der Waaren und der Passagiere befleißigen, was sehr beträchtliche Kosten veranlassen würde. Würde man zwei Bahnen für den Transport der Passagiere, und zwei andere für den Transport der Waaren anlegen, so wäre diesem Uebelstand abgeholfen; aber alsdann wären die Kosten der ersten Anlage verdoppelt.

Wenn jede zwischenliegende Stadt in beiden Richtungen empfängt und abgehen läßt, so müssen die Lade- und Abladeplätze hinlänglich geräumig seyn, um jede Versperrung zu vermeiden. Wenn man beabsichtigt, hauptsächlich Dampfmaschinen als bewegende Kraft zu benutzen, so müssen die Lade- und Abladeplätze sehr geräumige doppelte und dreifache Bahnen haben, denn die Dampfmaschinen müssen mit der größten Leichtigkeit einen Wagenzug verlassen, einen andern aufnehmen und die Bahn verändern können, ohne daß daraus eine Störung erfolgt. Der Ladeplatz der Eisenbahn zu Liverpool hat 4 Bahnen, die 5 Kilometer weit sich fortsetzen; und diese 4 Bahnen vermeiden bei der Ankunft und beim Abgange alle Versperrung der Circulation der Eisenbahn, die für den übrigen Theil ihrer Extension alsdann in zwei Bahnen zusammenläuft.

Digitized by Google

Diese Schwierigkeit der Bewegungen an den Ladeplätzen ist ein großer Nachtheil der Eisenbahnen. Auch auf der Straße von St. Etienne nach Lyon verursacht es viel Mühe, einen regelmäßigen Dienst auf eine Länge von 15 Stunden mit drei zwischenliegenden Abladeplätzen zu unterhalten. Daraus läßt sich nun abnehmen, wie schwer es halten müsse, um von einem Ende der Bahn aus den ganzen Dienst einer Bahnstrecke von 120 Stunden Länge in Ordnung zu erhalten; man kann sich einen Begriff von der Aufmerksamkeit machen, die überall angewendet werden muß, damit kein Fehler an den Anhalteorten vorfalle, und von der Aufsicht, die erforderlich ist, damit die Bahnlinie immer völlig frei sey, und damit jede Beschädigung rasch beseitigt werde. Wenn man in Berücksichtigung zieht, daß auf einer gewöhnlichen Bahnlinie von einigen Stunden ein einziger aufgehaltener Wagenzug alle Wägen, die an einem ganzen Tage abgehen, anhalten könne, so wird man finden, welche besondere Sorgfalt der Dienst einer sehr ausgebreiteten Eisenbahn erheischt, um die Vervielfältigung dieser Aufenthaltsursachen zu verhindern.

Da bis auf den heutigen Tag noch keine solche große Eisenbahn hergestellt ist, da ihre Anlegung unermeßliche Capitale erheischt, so muß man den ersten Versuch mit den bereits bestehenden Beispielen so viel wie möglich vergleichen, statt sogleich zu Bauten zu schreiten, deren Nutzen nicht unmittelbar empfunden wird. Verfolgt man immer denselben Grundsatz, die Communicationsmittel zwischen dem Hauptpunkte der Erzeugung und dem Hauptpunkte der Consumtion, welcher von ersterem versorgt wird, zu erleichtern, so müßte man den ersten Versuch in Frankreich zwischen Rouen und Paris machen, alsdann eine Verlängerung der Bahn nach Havre und nach Dieppe anlegen.

Digitized by Google

Die Entfernung von Rouen nach Paris beträgt 30 Stunden (Lieues), also doppelt so viel, als die größten Eisenbahnen, die bis jetzt unter eine einzige Verwaltung gestellt sind. Auf der Straße, welche diese beiden Städte mit einander verbindet, bestehen schon 20 Diligencen, die jeden Tag im Gange sind; und wählt man den leichtesten Tractus über Pontoise und Gisors, so findet man auf der Straße wenige wichtige zwischenliegende Punkte, wodurch der Dienst noch mehr erleichtert wird. Man könnte auch eine Bahn über Orleans anlegen, aber die Masse der Transporte würde daselbst sehr wahrscheinlich nicht so beträchtlich als über Rouen seyn.

Man kann im Allgemeinen die Frage aufwerfen, auf welche Weise führt man diese großen Unternehmungen aus? Beschränkt man sich darauf, Compagnien zu bilden: die sich verbindlich machen, auf ihre Gefahr und mittelst einer aufgelegten Abgabe diese Arbeiten auszuführen, oder wendet man vielmehr ein anderes System an, nach welchem die Regierung einen Theil der Einkünfte für einen Theil der Unternehmungskosten bezieht. Letzteres scheint das einzig Ausführbare zu seyn, denn es gibt Umstände, wo die Anlegung einer Communicationsstraße nothwendig ist; und wo im Anfange keine solchen ergiebigen Resultate zu erwarten sind, daß die aufgewendeten Capitalien sich gehörig verinteressiren. Alsdann muß der Staat die Initiative ergreifen und die Nation selbst zu solchen großen Schöpfungen beitragen, denn ihre Vorschüsse werden durch den allgemeinen Ueberwerth wieder bezahlt, der für ihre commercielle Entwickelung daraus hervorgeht. So hat z. B. in Frankreich der Canal du Centre, der sein ursprüngliches Anlagecapital nur sehr gering verzinsete, die commerciellen Beziehungen des nördlichen und südlichen Frankreichs in einem erstaunlichen Ver-

Digitized by Google

hältnisse vermehrt. Er hat den Werth desjenigen Theiles von Charolais, durch welchen er sich fortsetzt, verzehnfacht, und man kann in dieser Hinsicht bemerken, daß die Uferbewohner eines Canales weit mehr Gewinn von demselben beziehen, als diejenigen, welche an einer Eisenbahn wohnen. An einem etwas breiten Canale kann jede Stelle als Hafen benutzt werden, und ein Boot, welches angehalten wird, um es an einer Stelle zu beladen, oder auszuladen, hemmt nicht die Circulation. Auf einer Eisenbahn müssen besondere Orte für das Aufstellen der Wägen vorhanden seyn, und nichts würde alberner seyn, als den Dienst der Bahn der freien Willkühr des Publikums zu überlassen. Daraus ergibt sich, daß die Eigenthümer des Grund und Bodens, durch welchen ein Canal geführt wird, mit allem Rechte zu seiner Anlegung beitragen sollten, daß aber dasselbe Princip auf die Eisenbahnen keine Anwendung leiden könne. Denn letztere haben nur an den Enden der Bahnen, oder an den speciellen Punkten Nutzen, die eine commercielle ziemlich beträchtliche Entwickelung darbieten, so daß sich ein Aufladeplatz nöthig macht.

Fünftes Kapitel.

Von der Anwendung der Dampfmaschinen auf gewöhnlichen Chausseen.

Wir wollen einige Worte über die Versuche mittheilen, die man in England angestellt hat, um Dampfmaschinen auf den gewöhnlichen Chausseen in Anwendung zu bringen, denn es hat sich im Publikum die Meinung verbreitet, daß diese Versuche den

Digitized by Google

vorhandenen Eisenbahnen Schaden bringen könnten; ja man hat sogar behauptet, daß sie ein so vortheilhaftes Transportmittel schwerer Lasten auf Chausseen abgeben, daß man gegenwärtig die Anlegung neuer Eisenbahnen ganz aufgeben müsse.

Bis jetzt sind alle diese Versuche nur auf sehr gut unterhaltenen Chausseen, z. B. auf denen von London nach Brighton, nach Bath, nach Birmingham u. s. w. angestellt worden, die man als wahre Gartenalleen betrachten kann, und wo der Koth von den Straßenwärtern sorgfältig entfernt und durch eine Schicht Steinschlag aus gleich großen Kieselstücken ersetzt wird. Zwischen solchen Kunststraßen und den unsrigen findet nun ein großer Unterschied statt. Letztere besitzen nichts weniger als eine vollkommene ebene Oberfläche, und oft sind sie im Winter gleich einem frisch gepflügten Acker mit Fahrgleisen durchfurcht. Man erinnere sich dagegen an die nöthigen Vorsichtsmaßregeln, um den Dampfwägen auf den Eisenbahnen eine regelmäßige Bewegung zu sichern, und um jeden Stoß zu verhindern, welcher dem Mechanismus der Maschine nachtheilig werden könnte. Läßt sich nun wohl mit Grund annehmen, daß diese Maschinen jemals mit Erfolg auf unsern Chausseen angewendet werden können, ohne daß dieselben zuvor große Modificationen erfahren haben?

Bis jetzt haben sowohl in England als in Frankreich die gewöhnlichen Chausseen Steigungen von 4 bis 5 Centimeter und mehr. Wir haben gesehen, daß die Dampfwägen auf den Eisenbahnen einen beträchtlichen Theil ihres Vorzugs vor Pferden verlieren, sobald die Steigung bis zu 10 oder 12 Millimeter auf das Meter beträgt. Sollten sie nun mit größerm Vortheil als Pferde auf Chausseestrecken anwendbar seyn, die vier- bis fünfmal stärkere Stei-

Digitized by Google

gungen darbieten. Diese Frage ist offenbar mit Nein zu beantworten.

Nimmt man aber auch an, die Dampfwägen würden so vervollkommnet, daß ihre Last und ihre Consumtion von Brennmaterial bis dahin reducirt würden, um sie mit Erfolg auf unsern gewöhnlichen Chausseen anwenden zu können, so bleibt es dennoch eine ganz ausgemachte Sache, daß die vervollkommnete Maschine einen weit größern Effect auf einer Eisenbahn von sorgfältig regulirten Steigungen leisten werde; denn der totale Widerstand, den sie in dem einen und dem andern Falle zu überwinden hat, ist zusammengesetzt aus dem Widerstande, den die Steigung veranlaßt, und aus demjenigen, den die Reibung erzeugt. Die erstere Art des Widerstandes kann auf der Chaussee und auf der Eisenbahn ganz gleich seyn, wenn die Chaussee mit derselben sorgfältigen Berücksichtigung, wie die Eisenbahn, angelegt ist. Was aber den Widerstand in Folge der Reibung anlangt, so haben wir bereits weiter oben gesehen, daß diese Art des Widerstandes auf einer in gutem Zustande befindlichen Chaussee, und auf einer Eisenbahn sich verhält, wie 6,60 zu 1. Der Nutzeffect des Dampfwagens wird also auf einer Eisenbahn beinahe siebenmal größer, als auf einer Chaussee seyn.

Aber die Chausseen sind nicht immer in gutem Zustande. Wenn sie gepflastert sind, so senkt sich dieses Pflaster ungleichmäßig. Sind sie mit Steinschlag bedeckt, so muß letzterer oft erneuert werden, und dergleichen frischer Steinschlag erzeugt einen sehr energischen Widerstand, so lange derselbe nicht vollkommen zermalmt ist. Es beträgt übrigens auch der mittlere Widerstand, den die Zugkraft auf den nach Mac Adams Grundsätzen angelegten Chausseen zu überwinden hat, nach Angabe der englischen Stra-

ßenbaumeister zwölfmal mehr, als auf einer Eisenbahn zu überwinden ist; und dieser Schätzung zufolge würden die Dampfwägen auf gewöhnlichen Chausseen nur zwölfmal weniger Effect, als auf einer Eisenbahn leisten.

Es können indessen Fälle eintreten, wo die Anwendung der Dampfwägen auf einer gewöhnlichen Chaussee einen wirklichen Vorzug vor der Anwendung der Pferde behält, und derselbe besteht darin, daß die Räder eines geschwind sich fortbewegenden Fuhrwerks den Chausseen in der Regel weniger Nachtheil bringen, als die Hufe der Pferde. Dieses praktische Resultat ist auch in England in der Untersuchung und dem Verhöre vor dem Unterhause für den Zweck, den Tarif zu bestimmen, den die Dampfwägen auf Chausseen den Pächtern dieser Chausseen bezahlen sollen, bestätigt worden.

Aus dieser Untersuchung hat sich ergeben, daß, wenn man den ganzen Schaden, den ein Postwagen, welcher 10 englische Meilen in der Stunde zurücklegt, der Chaussee zufügt, mit 100 bezeichnet, diese Quantität sich folgender Gestalt unterabtheilen läßt:

Atmosphärische Veränderungen .	20
Räder	20
Hufe der Pferde	60
Summa	100

Die Ausbesserungen, welche also durch die Pferdehufe nothwendig herbeigeführt werden, sind weit beträchtlicher, als diejenigen, welche als eine Folge der Reibung der Räder des Fuhrwerkes zu betrachten sind; und folglich wird das Dahinrollen eines Dampfwagens, der nur durch seine Räder wirkt, die Chaussee weniger beschädigen, als der Lauf einer gewöhnlichen Postkutsche. Man muß sogar berücksichtigen, daß die Dampfkutschen mit Rädern von ziemlich breiten

Digitized by Google

Felgen versehen werden müssen, um ein hinlängliches Anhaften auf der Chaussee zu erlangen, denn gerade dieses Anhaften macht die Fortbewegung der Maschine möglich. Die Felgen der Dampfkutschen sind cylindrisch und 18 bis 24 Centimeter breit. Dergleichen Räder würden nun den Chausseen noch weit weniger Schaden zufügen, als diejenigen der gewöhnlichen Postkutschen, die bei weitem nicht so breite Felgen haben.

Denkt man sich nun eine gut unterhaltene Chaussee mit sehr sanften Steigungen, und in einer Oertlichkeit, wo Steinkohlen um wohlfeilen Preis zu haben sind, so würde ein merklicher Vortheil damit verbunden seyn, statt der Pferde bewegliche Dampfmaschinen anzuwenden. Es ist indessen nicht zu läugnen, daß man bei Chausseen diese verschiedene Umstände selten mit einander vereinigt finden.

In einer ähnlichen Lage, wie die eben erwähnte, könnte indessen der Fall eintreten, daß die Masse der Transporte zwischen zwei Handelspunkten nicht beträchtlich genug wäre, um die Anlagekosten einer Eisenbahn zu bezahlen; und die Anwendung von Dampfwägen auf Chausseen würde also ein mittleres Auskunftsmittel an die Hand geben und schon beträchtliche Ersparniß im Preise der Transporte gewähren, ohne den Aufwand eines beträchtlichen Capitales für die Kosten der ersten Anlage des neuen Circulationsmittels nothwendig zu machen; aber auch diese Ersparniß würde weit unter jener noch stehen, die auf einer Eisenbahn zu erlangen wäre.

Im Allgemeinen können wir hier nur wiederholen, was wir schon an mehrern Stellen dieser Abhandlung ausgesprochen haben: wenn man beabsichtigt, durch ein neues Communicationsmittel die Verbindungen zweier Städte oder zweier Mittelpunkte des Handels zu erleichtern, so muß man die Be-

schaffenheit des Terrains, die Quantität der gegenwärtigen Transporte, die zu hoffende Vermehrung derselben, so wie auch die Concurrenz untersuchen, welche von rivalisirenden Interessen entgegengesetzt werden kann. Diese Untersuchung allein kann über das Communicationsmittel entscheiden, welches der besondern Localität, von der eben die Rede ist, am besten zusagt.

Digitized by Google

Nachträge.

A. Uebersicht des Verkehrs auf der Eisenbahn von Liverpool und Manchester im Laufe des Jahres 1831, so wie Einnahmen und Ausgaben.

Vom 1. Januar bis zum 1. Juli 1831.

Güter zwischen Liverpool u. Manchester	35865 Tonnen.
Desgl. zwischen Liverpool und der Bolton-Verbindung	6827 "
Summe . .	42692 Tonnen.
Steinkohlen aus den Gruben bei Liverpool	2889 Tonnen.

Passagiere, eingetragen im Büreau der Compagnie: 188,726 (mit Ausschluß der unterwegs aufgenommenen Passagiere).

Die Brutto-Einnahmen von diesem Verkehre waren folgende:

Digitized by Google

	L.	S.	D.
Passagiere	43600	7	5
Güter	21875	—	1
Steinkohlen	218	6	2
Summe . .	65693	13	8

Jeder eingetragene Passagier hat 4 Sch. 7¼ P. und jede Tonne Güter 10 Sch. 3 P. bezahlt.

Der Aufwand bei diesem Verkehr war folgender:

Auf Transportwägen für Pas-	L.	S.	D.
sagiere	19099	16	5
Auf Waaren u. s. w.	16279	7	5
Summe . .	35379	3	10
Gewinn . . .	30314	9	10
uts.	65693	13	8

Vom 1. Juli bis zum 31. December 1831.

Güter zwischen Liverpool und Mancheſter	52224	Tonnen.
Verkehr unterwegs	2347	=
Summe . .	54571	Tonnen.
Zwischen Liverpool und der Bolton-Verbindung	10917	Tonnen.
Steinkohlen aus den benachbarten Gruben	8396	=
Summe . .	19313	Tonnen.

Passagiere, eingetragen im Bureau der Compagnie, mit Ausschluß derer, welche unterwegs aufgenommen worden sind: 256,321.

Einnahme.

	L.	S.	D.
Von den Passagieren . . .	58348	10	—
Von Gütern	30764	17	8
Von Steinkohlen	695	14	4
Summe . .	89809	2	—

Digitized by Google

Ausgabe.

	L.	S.	D.
Auf Transport der Passagiere	25930	1	1
Für Waaren	21841	4	10
Für Steinkohlen	505	16	3
Für die Bolton-Verbindung .	748	16	3
Summe . .	49025	18	5
Reiner Gewinn . .	40783	3	7
uts.	89809	2	—

Das auf die Vollendung der Eisenbahnen und der dazu erforderlichen Bauten verwendete Capital betrug mit Einschluß der Dampfwägen, Passagierkutschen, Lastwägen u. s. w. bis zum 31. December 1831: 992,054 Pfd. St. 3 Schl. 6 D.

Der Gewinn seit Eröffnung der Eisenbahn war folgender:

	L.	S.	D.
Vom 16. September bis zum 31. December 1830	14432	19	5
Vom 1 Januar bis zum 30. Juni 1831	30314	9	10
Vom 1. Juli bis zum 31. December 1831	40783	3	7
Summe . .	85530	12	10

Die Dividenden sind folgende gewesen:

	L.	S.	D.
Am 31. Dec. 1830: 6375 Actien von 100 Pfd. St. à 2 Pfd. St. pro Actie	12750	—	—
Vom 31. December 1830 bis zum 30. Juni 1831, 6375 Actien von 100 Pfd St. à 4 Pfd. St. 10 Schl. pro Actie			
Ferner bis zum 30. Juni 1831,			
Latus . .	12750	—	—

Digitized by Google

	L.	S.	D.
Transport .	12750	—	—
6375 Actien von 25 Pfd. St. à 9 Schl. pro Actie	31556	5	—
Desgl. 31. Dec. 1831: 7968¾ Actien von 100 Pfd. St. à 4 Pf. 10 Schl. pro Actie	35859	7	6
Summe . .	80165	12	6

Aus obigen Angaben ergibt sich nun, daß der Verkehr auf der Eisenbahn, sowohl hinsichtlich des Transportes von Passagieren, als auch von Wägen, bis zum Schlusse des Jahres 1831 beständig zugenommen hat.

In der Ausgaberechnung des obigen Auszuges sind beträchtliche Summen enthalten, welche eigentlich mit der Eisenbahn nichts zu schaffen haben und von Localumständen einzig und allein herrühren. Da nämlich der Anfang der Eisenbahn, sowohl in Liverpool, als in Manchester, ziemlich weit vom Mittelpunkte des Verkehres entfernt war, so hielt es die Compagnie für zweckmäßig, die Kosten des Transportes der Passagiere aus dem Mittelpunkte der genannten Städte bis zum Anfange der Eisenbahn zu tragen, um eben den Verkehr an Passagieren dadurch auf der Eisenbahn zu befördern. Diese Kosten betrugen vom 1. Januar bis zum 1. Juli 1831 den dritten Theil der Einnahme von Passagieren, und vom 1. Juli bis zum 31. Dec. ziemlich die Hälfte dieser Einnahme; deshalb müssen allein für diesen Posten 5000 Pfd. Sterl. vom Aufwande des Eisenbahntransportes wieder abgezogen werden *).

*) Die Compagnie hat späterhin aufgehört, die Omnibus-Wägen für die Passagiere zu bezahlen, und dennoch hat die Zahl der Passagiere beständig zugenommen.

Digitized by Google

Unter den Ausgaben sind auch 5647 Pfd. Sterl. Interessen für ein aufgenommenes Capital enthalten, und auch diese müssen in Abzug gebracht werden; so daß also der Aufwand 11000 Pfd. Sterl. weniger, und der Gewinn um so viel mehr beträgt. Außerdem haben auch, wegen der Verbesserungen an den Dampfwägen, die Consumtion der abgeschwefelten Steinkohlen, die Reparaturkosten u. s. w. allmälig immer mehr abgenommen. Unter allen jetzt erklärten Umständen unterliegt es keinem Zweifel, daß, während der Verkehr auf der Eisenbahn beständig zunimmt, der Aufwand der Compagnie sicher und schnell abnimmt, wenn man dabei den Transport der Güter und der Passagiere gehörig berücksichtigt.

Das auf Anlegung der Eisenbahn, auf Anschaffung von Dampfwägen, Lastwägen u. s. w. verwendete Capital zu 1 Million angenommen, beträgt der Gewinn vom Januar bis zum Juni 1831 jährlich über 6 Procent; und vom 1. Juli bis zum 31. December 1831 beträgt er jährlich über 8 Procent. Das Vertrauen, welches das Publikum in diese Speculation setzt, läßt sich auch aus dem Umstand abnehmen, daß diese Eisenbahnactien von 100 Pfd. St. gegenwärtig für mehr als 200 Pfd. Sterl. verkauft werden.

Uebersicht des Verkehrs auf der Eisenbahn von Liverpool und Manchester während des Jahres 1833.

Betrag der Transporte im ersten Semester des Jahres 1833.

Die Totalsumme der Waaren, welche zwischen Liverpool und Man-

chester hin und her geschafft wurden, belief sich auf . . . . . 68284 Tonnen
Auf einem Theile der Bahn wurden transportirt . . . . . 28773 =
Steinkohlen nach Liverpool . . 36886 =
Steinkohlen nach Manchester . . 4989 =
Summe . . 138932 Tonnen.

Die Zahl der Reisenden, welche in den Büchern der Gesellschaft eingeschrieben wurden, betrug 171421

Die Zahl der Reisen, welche die Dampfwägen mit Waaren und Steinkohlen gemacht haben, betrug 2244
Die Zahl der Reisen mit Passagieren . 3262
Summe . . 5506

Einnahmen des Semesters.

	Pf. St.	S.	D.
Passagierdepartement . . .	44130	16	9
Waarendepartement	39301	16	10
Steinkohlendepartement . . .	2638	16	—
Summe . .	86071	9	7

Ausgaben des Semesters.

	Pf. St.	S.	D.
1) Ausgaben, welche sich auf den Transport der Waaren und Steinkohlen beziehen	14129	16	9
2) Ausgaben, welche sich auf den Transport der Passagiere beziehen	6553	8	10
3) Verschiedene kleine Kosten beim Abladen	120	16	—
Latus . .	20804	1	7

Digitized by Google

	Pf. St.	S.	D.
Transport . .	20804	1	7
4) Für Dampfwägen . . .	14715	16	—
5) Unterhaltung der Bahnlinie und Kosten der allgemeinen Administration	9520	—	9
6) Zoll und Taxen	2493	—	—
7) Interessen der zur Vollendung der Bahn aufgenommenen Capitale	5367	11	3
Summe . .	52900	9	7
Die Einnahme betrug . .	86071	9	7
Die Ausgabe betrug . .	52900	9	7
Ueberschuß .	33171	—	—

Addirt man zu dieser Summe noch 693 Pfd. Sterl., welche vom vorigen Semester her in Casse geblieben waren, so bleiben 33864 Pfd. Sterl., wovon die Directoren auf die Actie zu 100 Pfd. Sterl. eine Dividende von 4 Pfd. Sterl. 4 Sch. 2 D. ausgezahlt haben. Diese Dividende gibt für ein Semester $4\frac{1}{5}$ oder fürs ganze Jahr $8\frac{2}{5}$ Procent.

Die Eisenbahn-Compagnie bildet von ihrem Einkommen keinen Tilgungsfond für das zur Vollendung der Bahn aufgenommene Capital (denn die Ausgaben haben den ersten Anschlag überstiegen). Die Gesellschaft legt um deswillen keinen Tilgungsfond an, weil sich die Regierung den ganzen Ertrag vorbehält, welcher 10 Procent des ersten Capitales übersteigt und nicht auf Verbesserung und Vervollkommnung der Eisenbahn verwendet wird. Es folgt daraus, daß die Gesellschaft kein Interesse hat, ihre Anleihen wieder zu bezahlen.

Digitized by Google

Specielle Nachweisung aller Ausgaben.

	Pf. St.	S.	D.
Für Ankündigungen und Circulare	50	8	—
Rechnung der schlechten Schulden	177	—	—
Ausgaben beim Passagierdepartement, nämlich für Wagenführer und Aufläder 1150 Pfd. Sterl. 4 Sch.; an Lohn für Packkarren, Pferde und Fuhrleute in den Städten 401 Pfd. 8 Sch.; an Material für Reparaturen 383 Pfd. 15 Sch. 3 D.; an Arbeitslohn für die Reparaturen 758 Pfd. 9 Sch. 7 D.; an Gas, Oel, Talg, Strickwerk 324 Pf. 4 Sch.; an Zoll für die Passagiere (etwas mehr als 5½ Procent der Einnahme) 2466 Pf. 15 Sch. 2 D.; für Schreibmaterialien und verschiedene kleine Ausgaben 236 Pf. 14 Sch.; an Taxen für Bureaus und Stationen 113 Pf. 2 Sch. . .	5835	2	—
Ausgaben beim Waarenversendungsdepartement, nämlich: an Gehalt der Agenten und Schreiber 1703 Pf. 16 Sch. 8 D.; an Lohn der Träger, für Pferde ꝛc. 4687 Pf. 9 Sch. 7 D.; für Gas, Oel, Talg, Strickwerk 648 Pf. 5 Sch.; für Reparaturen an Karren, Stationen u. s. w. 405 Pf. 13 Sch.; für Schreibmaterialien und verschiedene kleine Ausgaben			
Latus . .	6062	10	—

Digitized by Google

	Pf. St.	S.	D.
Transport .	6062	10	—
336 Pf. 9 Sch.; für Taxen und Assekuranzen der Bureaus und Stationen 798 Pf. 1 Sch. 8 D.	8579	14	11
Rechnung der Auslagen für Steinkohlen	120	16	—
Fuhrlohn für die Zufuhr von Fracht in Mancheſter	2460	16	—
Koſten für Ankündigungen ꝛc.	252	—	—
Rechnung der Vergütung für Transport von Reiſenden . .	38	—	—
Rechnung der Vergütung für Transport der Waaren . . .	1033	18	—
Koſten des Kutſchenbureaus, nämlich: Gehalt der Agenten und Schreiber 577 Pf. 19 Sch. 5 D.; Miethzins und Taxen 102 Pf. 16 Sch. 10 D.	680	16	3
Rechnung des Departements der Maſchiniſten	443	16	—
Rechnung der Intereſſen für die Anleihe	5367	11	3
Koſten der Dampfkraft, nämlich: für Ankauf und Transport der abgeſchwefelten Steinkohlen 2795 Pf. 4 Sch.; Lohn für die Arbeiter, welche die abgeſchwefelten Steinkohlen aufladen und Waſſer einfüllen, 338 Pf. 16 Sch. 4 D.; für Gas, Oel, Talg, Hanf und Tauwerk 760 Pf. 15 Sch. 2 D.; für Meſſing, Kupfer, Eiſen u. ſ. w. zu Reparaturen 3290 Pf. 8 Sch.; Arbeitslohn für die Re-			
Latus . .	25039	18	5

	Pf.	St.	S.	D.
Transport . .	25039		8	5
paraturen 4115 Pf. 8 D.; für Maschinenwärter u. Heizer 892 Pf. 4 Sch.; für Reparaturen der Maschinen außerhalb der Werkstätten 943 Pf. 7 Sch. 10 D.; für Ankauf von zwei neuen Maschinen 1580 Pf.	14715		16	—
Für Unterhaltung der Eisenbahn, nämlich: an Lohn für die Bahnwärter 3648 Pf. 17 Sch. 7 D.; für Steinblöcke und Träger 2052 Pf. 10 S. 5 D.; für die Arbeiten beim Setzen der Steinblöcke 1013 Pf. 4 S.	6714		12	—
Für Bureaukosten, nämlich: Gehalte 624 Pf. 19 S. 3 D.; für Miethzins und Steuern 62 Pf. 18 S. 5 D.; für Schreibmaterialien und Druckerkosten 56 Pf. 18 Sch. 4 D.	744		16	—
Kosten der Polizei	950		—	—
Verschiedene kleine Ausgaben .	70		—	—
Für Miethzins	601		18	3
Für Ausbesserungen der Maurerarbeit	296		—	—
Ausgaben für die feststehenden Dampfmaschinen im Tunnel, nämlich: für Steinkohlen 155 Pf.; für Maschinenwärter und Ausbesserungen 363 Pf. 8 Sch.; für Gas, Oel, Talg 341 Pf. — Sch. 10 D.	859		8	10
Steuern und Abgaben . .	1891		—	7
An Ausbesserung für die Kar-				
Latus . .	51883		—	1

Digitized by Google

	Pf. St.	S.	D.
Transport . .	51883	—	1
ren, nämlich: für Schmiede- und Wagnerlohn 598 Pf. 4 Sch.; für Eisen und Holz 320 Pf. 1 Sch.; für Tauwerk, Farbe u. s. w. 81 Pf. 4 Sch. 6 D.	999	9	6
Fuhrlohn für die Zufuhr von Fracht in Liverpool	18	—	—
Summe . .	52900	9	7

In der nachstehenden Tabelle haben die Directoren die Ausgaben auf die verschiedenen Titel vertheilt. Es geht daraus hervor, daß die Fracht einer Tonne Waaren von Liverpool nach Manchester und umgekehrt, der Compagnie 9 Fr. 30 Cent. kostet; ferner, daß der Transport eines Passagiers auf dieselbe Entfernung 3 Fr. 50 Cent. kostet.

Digitized by Google

	Auf jeden in den Bächern eingetragenen Passagier.		Auf jede zwischen Liverpool und Manchester versendete Tonne Waare.		Auf jede Tonne Steinkohlen, die einen Theil der Bahn benuhrt hat.		Boltoner Frachtlohn für die Tonne.	
	S.	D.	S.	D.	S.	D.	S.	D.
— Ausgaben in dem Waarendepartement, bestehend aus dem Trägerlohn, den Gehalten, den Kirchspielabgaben, den Assekuranzen, dem Aufwand für feststehende Dampfmaschinen und dem Zusammenfahren der Fracht . .	—	—	3	7	—	—	—	2
Ausgaben im Passagierdepartement, bestehend aus dem Trägerlohne, den Gehalten, den Reparaturen, dem Zoll für die Passagiere ꝛc.	—	9	—	—	—	—	—	—
Ausgaben für das Herbeifahren der Steinkohlen.	—	—	—	—	—	$\frac{3}{4}$	—	—
Kosten der Dampfkraft mit Ankauf zwei neuer Maschinen, der Reparaturen, Arbeiterlohn, Steinkohlen und Cokes	1	—	1	$6\frac{1}{2}$	—	—	—	—
Verschiedene Ausgaben mit Einschluß der Unterhaltungskosten der Eisenbahn, der Kosten der Polizeiaufsicht und der Generaladministration	—	$6\frac{3}{4}$	—	$11\frac{1}{2}$	—	$1\frac{1}{2}$	—	$7\frac{1}{4}$
Steuern und Abgaben, Interessen von aufgenommenen Capitalien und Hauptmiethzins	—	$6\frac{1}{2}$	—	$8\frac{1}{2}$	—	$2\frac{1}{4}$	—	$1\frac{1}{2}$
Ausgaben . . .	2	$10\frac{1}{4}$	6	$9\frac{1}{2}$	—	$4\frac{1}{2}$	—	$10\frac{1}{2}$
Nettogewinn . .	2	$3\frac{1}{2}$	3	$\frac{1}{2}$	—	10	—	$3\frac{1}{4}$
Brutto-Einnahme . .	5	$1\frac{3}{4}$	9	10	1	$2\frac{1}{2}$	1	$1\frac{3}{4}$

Digitized by Google

Passagier-Departement.	Waaren-Departement.	Kohlen-Departement.	Boltoner Frachtlohn.	Summa.
Pf. S. D.	Pf. S. D.	Pf. S. D.	Pf. S. D.	Pf. S. D.
— — —	13956 8 9½	— — —	173 8 —	14129 16 9½
6553 8 9½	— — —	— — —	— — —	6553 8 9½
— — —	— — —	120 16 —	— — —	120 16 —
8718 5 7	5997 10 5¾	— — —	— — —	14715 16 ¾
4881 2 5¾	3720 3 2½	291 17 7	626 17 7	9520 — 10¼
4593 8 9½	2773 5 7	426 8 9½	67 8	7860 11 2
				52900 9 8
				33171 — —
				86071 9 8

Digitized by Google

Vierter halbjähriger Bericht über den Ertrag der Liverpool-Mancheſter Eiſenbahn. Erſtattet von den Directoren der Compagnie am 23. Januar 1834.

Die Totalſumme der Waaren, welche in den erwähnten 6 Monaten, zwiſchen Liverpool und Mancheſter hin und her geſchafft wurden, belief ſich nämlich auf 69806 Tonnen

Zwiſchen verſchiedenen Punkten der Bahn, mit Einſchluß von Warrington und Wigan, wurden hin und her geſchafft . . . . . 9733 „

Zwiſchen Liverpool und Mancheſter und Bolton . . . . . 18708 „

Summe . . 98247 Tonnen.

Die Quantität Steinkohlen, welche von verſchiedenen Stellen nach Liverpool gebracht wurden, betrug . . 32304 Tonnen

Die Quantität Steinkohlen, welche nach Mancheſter kam, betrug . . 7830 „

Summe . . 40134 Tonnen.

Die Zahl der Reiſenden, welche in den abgelaufenen 6 Monaten in den Büchern der Geſellſchaft eingeſchrieben worden, betrug 215071.

Die Zahl der 30 Meilen langen Fahrten, welche die Dampfwägen machten, belief ſich mit Paſſagieren auf 3253

mit Waaren auf . . 2587

in Summe auf . 5840.

Vergleicht man dieſe Daten mit jenen der entſprechenden 6 Monate des vorhergehenden Jahres, ſo ergibt ſich im Waarentransporte eine Zunahme von 11405 Tonnen; in der Zahl der Reiſenden hingegen eine Zunahme von 32248. Dabei iſt noch zu berückſichtigen, daß der diesjährige Winter ſo außeror-

Digitized by Google

dentlich stürmisch und naß war, so daß die Zahl der Reisenden bei besserem Wetter wahrscheinlich noch weit größer gewesen seyn würde.

Die große Nässe, die wir diesen Winter hatten, verhinderte, daß die Eisenbahn beständig in größter Vollkommenheit erhalten werden konnte; und die fürchterlichen Stürme zugleich mit dem Schmuze, der sich unter diesen Umständen nothwendig auf der Bahn anhäufte, hinderte den Lauf der großen Züge so sehr, daß nicht selten selbst auf dem horizontalen Theile der Bahn Hilfsmaschinen nöthig waren, um Alles gehörig in Gang zu erhalten. Durch diese Umstände wurden also die Ausgaben für die Dampfkraft nothwendig bedeutend erhöht. Andererseits wurde aber, da die Flußschifffahrt wegen des beinahe unaufhörlich schlechten Wetters sehr oft gefährlich und nicht selten ganz unmöglich war, der Nutzen und die Wichtigkeit der Eisenbahn um so auffallender und um so allgemeiner fühlbar, und die Folge hiervon war nothwendig eine Zunahme des Verkehrs auf derselben.

Aus folgender Rechnung ergeben sich nun die Einnahmen und die Ausgaben für das eben abgelaufene halbe Jahr.

Einnahmen.

	Pf. St.	S.	D.
Passagier-Departement . .	54685	6	11
Waaren-Departement . . .	39957	16	8
Steinkohlen-Departement . .	2591	6	6
Summe .	97234	10	1

Ausgaben.

	Pf. St.	S.	D.
Für Ankündigungen . . .	6	10	—
Rechnung der schlechten Schulden	874	10	1
Ausgaben beim Passagier-Departement (Coach Disburse-			
Latus .	881	—	1

	Pf. St.	S.	D.
Transport .	381	—	1
ment Acount), nämlich an Lohn der Wächter und Träger 1168 Pf. 4 Sch. 6 D.; an Lohn für Packkarren, Pferde und Fuhrleute 361 Pf. 1 Sch. 7 D.; an Material zu Reparaturen 689 Pf. 12 Sch. 6 D.; an Arbeitslohn für die Reparaturen 1041 Pf. 1 Sch. 3 D.; an Gas, Oel, Talg, Strickwerk ꝛc. 196 Pf. 4 Sch. 11 D.; an Zoll für die Passagiere 3224 Pf. 11 Sch. 11 D.; für Schreibmaterialien und verschiedene kleine Ausgaben 277 Pf. 4 Sch. 5 D.; an Taxen für Bureaus, Stationen ꝛc. 116 Pf. — Sch. 8 D.; an Kleidung der Wächter 64 Pf. 15 Sch.	7138	16	9
Ausgaben beim Waarenversendungs-Departement (Carrying Disbursement Account), nämlich: an Gehalt der Agenten und Schreiber 1728 Pf. 16 Sch. 9 D.; an Lohn der Träger, für Pferde ꝛc. 5016 Pf. 6 Sch. 10 D.; für Gas, Oel, Talg, Strickwerk ꝛc. 529 Pf. 17 Sch.; für Reparaturen an Karren, Stationen ꝛc. 366 Pf. 9 Sch. 11 D.; für Schreibmaterialien und verschiedene kleine Ausgaben 429 Pf. 5 Sch. 1 D.; für Taxen und Assecuranz der Bureau's ꝛc. 456 Pf. 17 Sch. 7 D.; für Getreidesäcke 110 Pf. 3 Sch. 10 D.	8627	17	—
Latus .	16147	13	10

Digitized by Google

	Pf. St.	S.	D.
Transport .	16147	13	10
Rechnung der Auslagen für Steinkohlen	82	—	9
Fuhrlohn für die Zufuhr von Materialien (zu Mancheſter) . .	3173	18	—
Koſten der Direction . . .	312	18	—
Rechnung der Vergütung für Transport von Reiſenden (Compensation [Coaching] Account)	142	4	8
Rechnung der Vergütung für Transport von Waaren (Compensation [Carrying] Account)	223	10	11
Koſten des Kutſchen-Bureaus; nämlich: Gehalt der Agenten und Schreiber 602 Pf. 6 Sch. 8 D.; Miethzins 30 Pf.	632	6	8
Rechnung des Departements der Maſchiniſten (Engineering-Departement Account) . .	319	3	4
Rechnung der Intereſſen . .	5140	6	4
Koſten der Dampfkraft, nämlich: Kohks und Fuhrwerken 3197 Pf. 4 Sch. 4 D.; Lohn der Kohks- und Waſſerfüller 348 Pf. 8 Sch. 5 D.; Gas, Oel, Talg, Hanf, Tauwerk ꝛc. 865 Pf. 14 Sch. 9 D.; Meſſing, Kupfer, Eiſen, Holz ꝛc. zu Reparaturen 3755 Pf. 3 Sch. 7 D.; Arbeitslohn für die Reparaturen 4401 Pf. 4 Sch. 10 D.; Lohn der Maſchinenwärter und Heizer 784 Pf. 8 Sch. 5 D.; Reparaturen der Maſchinen außer dem Hauſe 613 Pf. 3 Sch. 9 D.	13965	8	1
Koſten der Unterhaltung der Ei-			
Latus . .	40139	10	7

Digitized by Google

	Pf. St.	S.	D.
Transport . .	40139	10	7
senbahn, nämlich: Arbeitslohn 2937 Pf. 19 Sch. 2 D.; Steine, Blöcke, Querhölzer, Schlüssel, Lager ꝛc. 2411 Pf. 2 Sch. 4 D.; Beladung mit Ballast u. Trockenlegen 925 Pf. 16 Sch. 11 D.; neue Schienen 150 Pf. 16 Sch. 3 D. .	6425	14	8
Bureaukosten, nämlich: Gehalte 607 Pf. 2 Sch.; Miethzins und Steuern 75 Pf. 14 Sch. 3 D.; Schreibmaterialien und Druckerkosten 22 Pf. 7 Sch. 8 D.; Stempel 17 Pf. 2 Sch. 3 D. . . .	722	6	2
Kosten der Polizei (Police-Account)	1022	7	6
Verschiedene kleine Ausgaben	61	19	6
Miethzins	603	10	8
Ausbesserungen der Mauern und Wälle	665	3	4
Ausgaben für die stationäre Maschine und für den Tunnel, nämlich: für Kohlen 302 Pf. 6 S. 5 D.; Lohn der Maschinenwärter und Arbeiter 319 Pf. 11 Sch. 2 D.; Reparaturen, Gas, Oel, Talg ꝛc. 419 Pf. 15 Sch. 5 D.; für ein neues Tau für den Tunnel 266 Pf. 3 Sch. 6 D.	1307	16	6
Steuern und Abgaben (tax and rate Account)	3409	11	—
Ausgaben für die Karren (waggon disbursement Account), nämlich: Schmied- und Wagnerlohn 718 Pf. 19 Sch. 7 D.; Eisen, Holz ꝛc. 700 Pf. 9 Sch. 1 D.; Tau-			
Latus .	54357	19	11

Digitized by Google

	Pf. St.	S.	D.
Transport .	54357	19	11
werk, Farbe ꝛc. 28 Pf. 5 Sch. 2 D.; Kanneraß 163 Pf. 6 Sch. 5 D.	1611	—	8
Fuhrlohn für die Zufuhr von Materialien (zu Liverpool) . . .	80	17	10
Gerichtskosten	800	3	9
Summe .	56350	1	9

Zieht man die Summe der Ausgaben von jener der Einnahmen ab, so ergibt sich für die 6 abgelaufenen Monate ein Nettogewinn von 40884 Pf. 8 Sch. 4 D. Die Vertheilung der Ausgaben auf die verschiedenen Titel ergibt sich aus folgender Tabelle.

Capitalrechnung.

Vom Beginne der Unternehmung bis zum 31. Dec. 1833.

Soll.

Betrag des Capitals in Actien und Anlehen	Pf. St. 1086885	S. —	D. —
Betrag der nicht bezahlten Dividenden	1087	3	1
Baarer Ueberschuß nach Bezahlung der 6. Divid. im Aug. 1833	395	10	2
Nettogewinn in dem mit dem 31. Dec. 1833 abgelauf. Halbjahre	40884	8	4
Summe .	1129252	1	7

Haben.

Kosten des Baues der Eisenbahn und der übrigen Werke mit Einschluß des gegenwärtig im Baue begriffenen Tunnels ꝛc. .	Pf. St. 1089818	S. 17	D. 7
Betrag der in den Händen der HHrn. Moß und Comp. befindlichen Summe	28476	11	9
Betrag der Baarschaft in d. Casse	242	15	9
Betrag der Ausstände . .	25	3	6
Billanz der gebuchten Schulden zu Gunsten der Gesellschaft . .	10688	13	—
Summe .	1129252	1	7

Digitized by Google

	Auf jeden in den Büchern eingetragenen Reisenden.		Auf jede zwischen Liverpool und Manchester versendete Tonne Waare.		pro Tonne Kohlen.		pro Tonne an Bolton-ner Frachtlohn.	
	S.	D.	S.	D.	S.	D.	S.	D.
Ausgaben in dem Waarendepartement, bestehend aus dem Trägerlohne, den Gehalten, den Kirchspielabgaben und den Assecuranzkosten mit 456 Pf. 17 Sch. 6 D., den Kosten des Fuhrwerkens, der stationären Maschine ꝛc.	—	—	3	9¾	—	—	—	8¾
Ausgaben in dem Passagierdepartement, bestehend aus dem Trägerlohne, den Gehalten, den Reparaturen, dem Zolle für die Passagiere ꝛc.	—	9	—	—	—	—	—	—
Trägerlohn ꝛc. in dem Kohlendepartement, nach Abzug des für das Wägen von Kohlen eingenommenen Betrages . . .	—	—	—	—	—	½	—	—
Kosten der Dampfkraft, im Verhältnisse der Zahl der Fahrten von 30 Meilen in jedem Departemente, mit Inbegriff der Reparaturen der Maschinen, des Lohnes der Arbeiter, der Ausgaben für Cokes ꝛc.	—	8¾	1	6½	—	—	—	—
Verschiedene Ausgaben, nach dem Verhältnisse der Einnahmen des Passagier- und Waarendepartements, und nach der Zahl der zwischen Liverpool und Manchester und Bolton verfahrenen Tonnen und Meilen, mit Einschluß der Unterhaltungskosten der Eisenbahn, der Kosten der Polizeiaufsicht, des Generalbureau's ꝛc.	—	6¼	—	10½	—	1½	—	7
Steuern und Abgaben, Interessen der Anlehen und Hauptmiethzinse nach dem Verhältnisse des Betrages des Gewinnes in jedem Departement .	—	6¾	—	7¾	—	2½	—	1¼
Summa der Ausgaben . .	2	6¾	6	10½	—	4½	—	11½
Nettogewinn . . .	2	6½	2	10	—	11	—	5¼
Brutto-Einnahmen . .	5	1¼	9	8½	1	3½	1	4¾

Digitized by Google

Passagier-Depar-tement.	Waaren-Departe-ment.	Kohlen-Departe-ment.	Bottauer Fracht-Lohn.	Summa.
Pf. S. D.	Pf. S. D.	Pf. S. D.	Pf. S. D.	Pf. S. D.
— — —	15150 9 11	— — —	249 — 8	15399 10 7
7913 8 1	— — —	— — —	— — —	7913 8 1
— — —	— — —	82 — 9	— — —	82 — 1
7779 — 1	6186 8 —	— — —	— — —	13965 8 1
5532 — 2	3494 5 1	262 2 10	547 18 2	9836 6 3
6120 19 11	2526 6 3	411 1 5	95 — 5	9153 8 —
27345 8 3	27357 9 3	755 5 —	891 19 3	56350 1 9
27339 18 8	11283 19 7	1836 1 6	424 8 7	40884 8 4
54685 6 11	38641 8 10	2591 6 6	1316 7 10	97234 10 1

Digitized by Google

B. Preis des für die Erdarbeiten nöthigen Transportes, wenn derselbe mit Hilfe von Eisenbahnen bewerkstelligt wird.

Die Schienen werden nach vollendeten Erdarbeiten gelegt und in größeren oder geringeren Zwischenräumen, je nachdem die Lasten in kleinen oder großen Wagen fortgeschafft werden sollen, durch Querschließen mit einander verbunden.

Jeder kleine Wagen besteht aus einem Kasten, welcher einem umgekehrten und abgestutzten Kegel ähnlich ist und $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ Kubikmeter fassen kann. Dieser Kasten ruht auf zwei Aren, deren Räder nur 1 Fuß Durchmesser haben, und die Aren selbst sind bis auf zwei Centimeter, an dem Halse, welcher die Arenpfanne trägt, bis auf $\frac{1}{2}$ Centimeter abgedreht. Die Räder sind aus dem Ganzen gegossen. Der ganze Raum zwischen der Nabe und der Felge ist vollständig ausgegossen und hat höchstens 1 Centimeter Stärke; außerdem sind noch 4 oder 5 Oeffnungen oder Fenster angebracht, um die Masse zu vermindern. Diese kleinen Räder besitzen größere Festigkeit, als wenn sie mit Speichen versehen wären, indem die Nabe nicht getheilt ist, wie es bei den großen Wagenrädern der Fall ist. Manchmal dreht sich der Wagenkasten um eine hölzerne Are auf einem Rahmen, welcher zwischen dem Kasten und den Wagenaren liegt. Es wird durch diese Einrichtung das Abladen im hohen Grad erleichtert. Der Kasten schüttet vorn aus, indem die vordere Wand beweglich ist; hat man folglich den Wagen einmal geneigt, so gleitet die Erde und schüttet sich leicht aus.

Man kann diese kleinen Wagen bis auf 100 Meter mit der Hand fort bewegen, sobald die provisorische Eisenbahn in der Richtung des Transportes

Digitized by Google

einen schwachen Fall hat, was man leicht so einrichten kann. Sind diese Wägen auf einer besondern Axe beweglich, wie eben beschrieben worden, so kommt das Kubikmeter Erde 100 Meter weit zu transportiren auf 4 Centimen. Sind aber die Wagenkästen unbeweglich, so können sie nicht mehr als ¼ Kubikmeter fassen, denn man muß sie dann heben, um den Inhalt derselben auszuschütten. Alsdann kommt das Kubikmeter, wenn er 100 Meter weit transportirt werden soll, auf 6 Centimen zu stehen. Die Arbeiter, welche die kleinen Wägen fortbewegen, laden auch selbst aus. Der Preis des Aufladens und des Ebenens hängt, wie immer, von der Beschaffenheit des Bodens ab.

Wenn die Erde weiter als 100 Meter transportirt werden soll, so thut man am besten, sich des Fig. 25. abgebildeten Wagens zu bedienen, den wir weiter vorn beschrieben haben und welcher etwa 1,60 Kubikmeter fassen kann. Auf horizontalem Boden kann ein Pferd mit diesem Wagen in einem Tage 12 bis 14 mal eine Entfernung von 1000 Meter hin und her zurücklegen, und dieses gibt etwa 20 Kubikmeter auf eine Entfernung von 1000 Meter transportirt, und kostet 5 Fr., so hoch schlägt man nämlich das Tagewerk eines Pferdes und seines Führers an. Ein Kubikmeter auf 1000 Meter Entfernung zu transportiren, kostet also 25 Centimen.

Da das Kubikmeter im Durchschnitte zwei Tonnen wiegt, so kommt die Tonne, auf ein Kilometer Entfernung zu transportiren, 12½ Cent., also fast dreimal höher, als die Transporte, die auf einer horizontalen Eisenbahn mit Pferden ausgeführt werden, wenn sie leer zurückkehren dürfen. Man muß indessen berücksichtigen, daß alsdann die Bahn gut zubereitet ist, während es sich hier von einer frisch aufgeschütteten Straßenlinie handelt, die noch keine Decke

Digitized by Google

von Steinschlag hat, und wo folglich das Pferd häufig sehr beträchtliche zufällige Steigungen zu überwinden hat, welche dadurch entstanden sind, daß sich die frisch aufgeschüttete Erde gesetzt hat. Außerdem ist häufig die Chaussee so schmal, daß gewöhnliche Karren sich in einer fast absoluten Unmöglichkeit, auf derselben anzuwenden, befinden würden.

Zu diesen Transportpreisen muß man die Kosten der Wägen, des Schmierens und der Unterhaltung derselben hinzurechnen; aber dieser Punkt ist von geringem Belang. Es kostet:

Ein kleiner einfacher Wagen . .	100 Fr.
Ein kleiner Wagen, auf einer besondern Axe beweglich	120—125 Fr.
Ein großer Wagen, auf einer besondern Axe beweglich	450 Fr.

Das Gestell dieser Wägen ist bei weitem nicht so stark, als dasjenige der Kohlenwägen, auch haben sie weit weniger Eisenbeschläge, woraus sich der Unterschied des Preises erklärt.

Hat sich die aufgeschüttete Erde noch nicht gut gesetzt, so sind die Wägen häufigen Stößen ausgesetzt, und es zerbrechen häufig die Räder. Man muß dieselben sogar oft aus der Bahn nehmen lassen, um sie auf eine andere zu bringen. Eben so zerbrechen die auf einer besondern Axe beweglichen Kästen, so wie auch die Ketten, mit welchen sie festgestellt werden, ziemlich bald, und man kann die Reparaturkosten der kleinen Wägen jährlich auf 50 Fr. und diejenigen der großen Wägen auf 200 Fr. anschlagen, was auf den Tag 17 und resp. 66 Cent. austrägt. Das Schmieren der großen Wägen kömmt täglich auf 15 Cent., und dasjenige der kleinen auf 4 Cent.; die Kosten eines jeden Tages würden also betragen:

Für einen kleinen Wagen . .	21 Cent.
Für einen großen Wagen . .	81 "

Digitized by Google

Angenommen, ein kleiner, so wie ein großer Wagen, durchlaufe täglich hin und her 12000 Meter, so hat man 0,0017 Fr. für jede Reise des kleinen Wagens von 100 Meter, oder 0,006 Fr. im Durchschnitt für das Cubikmeter 100 Meter weit zu transportiren. Jede Reise des großen Wagens von 1000 Meter kostet 0,068 Fr., oder das Cubikmeter 0,04 Fr.

Bei Anwendung von kleinen Wägen käme demnach das Cubikmeter auf 100 Meter Entfernung zu transportiren 4,6 Cent. bis 6,6 Cent.

Bei Anwendung von großen Wägen würde das Cubikmeter, 1000 Meter weit zu transportiren, 29 Cent. kosten.

Beim Brücken- und Chausseebau rechnet man die Fortschaffung des Cubikmeters auf 30 Meter Entfernung in Radeberren zu 7½ Cent., was 24 Cent. auf 100 Meter gibt. Mit Karren würden die Transporte auf frisch aufgeschüttetem Boden, 3 — 4000 Meter weit wenigstens für jede 100 Meter Entfernung 12 Cent., oder für 1000 Meter Entfernung 1 Fr. 20 Cent. kosten. Daraus ergibt sich nun, wieviel mittelst Eisenbahnen bei der Ausführung von Erdarbeiten erspart wird, und es wäre deshalb sehr zu wünschen, daß jeder Hauptort eines Departements 200 Schienen nebst ihren Lagern, Querschließen und einigen Wägen immer vorräthig hätte. Die ganze Anschaffung würde etwa 8000 Fr. kosten und Arbeiten wohlfeil und schnell auszuführen gestatten, welche auf die gewöhnliche Weise nur langsam und mit großen Kosten auszuführen sind.

Im südlichen Frankreich hat man an der Brücke von Roanne ein neues Bette für die Loire gegraben und sich bei dieser Gelegenheit der Eisenbahn sehr vortheilhaft zur Fortschaffung der Erde bedient.

Digitized by Google

C. Preis einer Durchkreuzung oder einer Ausäſtung der Bahn, um von einer Bahn in eine andere überzugehen, die ganze Länge dieſer Ausäſtung oder Ausweichungsbahn zu 40 Meter gerechnet.

Zwei gußeiſerne Ausweichungsherzen, welche mit ihren Lagern 408 Kilogramme wiegen, 100 Kilogramme zu 40 Fr. gerechnet	163 Fr.	20 Cent.
Zwei Steinblöcke für obige Ausweichungsherzen, zuſammen von 12 laufenden Fuß, der laufende Fuß zu 1 Fr. gerechnet	12 "	— "
Die Verbindungsſtücke zu bearbeiten und auf dem Steinblocke zu befeſtigen à 4 Fr.	8 "	— "
Dieſelben zu legen à 1 Fr. . .	2 "	— "
Für 1 Ausweichungsherz 92 Fr. 60 C. und für zwei	185 Fr.	20 Cent.
Zwei Leitſchienen, dem Ausweichungsherzen gegenüber, jede von $1\frac{1}{2}$ Meter Länge, und das Meter zu $13\frac{1}{3}$ Kilogramm gerechnet	14 "	— "
Für Lager und hölzerne Querbalken zu legen	6 "	— "
Summa . .	20 Fr.	— Cent.
Zwei gußeiſerne Gegenzungen, welche mit den Trägern 212 Kilogramm wiegen (100 Kilogramm zu 40 Fr. gerechnet)	84 "	80 "
Zwei Steinblöcke für obige Gegenzungen, zuſammen 9 Fuß 4 Zoll		

Digitized by Google

lang (der laufende Fuß zu 1 Fr. gerechnet)	9 Fr.	33	Cent.
Die Gegenzungen auf dem Steine zu befestigen à 4 Fr.	8 „	—	„
Die Steinblöcke zu legen à 1 Fr.	2 „	—	„
Für eine Gegenzunge 52,065, für beide	104 Fr.	13	Cent.
Zwei schmiedeeiserne Zungen mit Bolzen und Nägeln	39 „	—	„
Sechs gußeiserne Träger für dieselben, 36 Kilogramm wiegend (100 Kilogramm zu 40 Fr. gerechnet) .	14 „	40	„
Die Zungen auf den Trägern zu befestigen à 4 Fr.	8 „	—	„
Zwei Steinblöcke von 9 Fuß 4 Zoll Länge, der laufende Fuß zu 1 Franken gerechnet	9 „	33	„
Die beiden Steinblöcke zu legen	2 „	—	„
Für eine Zunge 36 Fr. 36 Cent. für beide	72 Fr.	73	Cent.

Recapitulation.

Zwei Ausweichungsherzen . . .	185 Fr.	21	Cent.
Zwei Leitschienen	20 „	—	„
Zwei Gegenzungen	104 „	13	„
Zwei Zungen	72 „	73	„
Vierzig Meter Schienen zu legen, das Meter zu 14 Fr. 50 Cent . .	580 „	—	„
Summe . .	962 Fr.	7	Cent.

Digitized by Google

D. Beschreibung der von Herrn J. W. Hoar erfundenen Eisenbahn an dem sogenannten Leiterberge zu St. Helena.

Es befindet sich auf der leider berühmt gewordenen Insel St. Helena ein steiler Hügel oder Berg, der wegen der leiterartigen Vorrichtung, deren man sich zum Hinansteigen an demselben bediente, unter dem Namen des Leiterberges (Ladder-hill) bekannt ist. Man hatte an diesem Berge zur Erleichterung des Transportes von Waaren ꝛc. über denselben eine Eisenbahn angebracht, die jedoch wegen ihrer großen Steilheit, wegen ihrer Unvollständigkeit und wegen der Unglücksfälle, die sich häufig darauf ereigneten, nie in Gunst kam. Herrn Hoar, der auf einer seiner Reisen St. Helena besuchte und dem man diese Mängel klagte, gelang es, die großen Schwierigkeiten, die die Localverhältnisse dem Baue einer praktikablen Eisenbahn entgegensetzten, zu überwinden. Unter seiner Leitung baute man eine Eisenbahn, welche die günstigsten Erfolge und Resultate gewährte und welche gegenwärtig allgemein und zu großem Vortheil benutzt wird. Wir bemerken vorläufig nur noch, daß Herr Hoar bei seiner Rückkehr ein großes arbeitendes Modell auf der National-Gallery in Adelaide-Street aufstellte, wo man Einsicht davon nehmen kann.

Die schiefe Fläche, von der hier die Rede ist, ist, obschon ihre Länge nur 1000 Fuß beträgt, vielleicht die steilste, die es gibt, denn ihr geringster Neigungswinkel mißt 39°, und ihr größter 41°. Bei einer solchen Neigung eine Bahn zum Transporte zu verwenden, ohne daß man zugleich eine unfehlbare Methode zur Verhinderung des Zerschellens der ganzen Ladung im Falle des Brechens der Zugkette oder des

Digitized by Google

Zugtaues zur Verfügung hätte, wäre unsinnig gewesen. Allen dem ist aber durch die Erfindung des Herrn Hoar abgeholfen, wie die Beschreibung von Fig. 60. zeigen wird.

A ist nämlich ein Karren, der im Emporsteigen oder im Herabgleiten begriffen ist. B hingegen ist ein Karren, der durch das Brechen des Zugtaues auf folgende Weise zum Stillstande gekommen ist.

a b c d, Fig. A, sind vier eiserne Hebel, die an ihren unteren Enden zur Aufnahme der Räder gabelartig geformt und fest an die viereckigen Enden der beiden sich umdrehenden Achsen e f gebolzt sind, so daß sich also beide Achsen und ihre beiden Hebel gemeinschaftlich umdrehen.

g h h sind zwei flache, eiserne Verbindungsstangen, durch welche die Hebel a b und c d verbunden sind. Die Enden einer jeden dieser Stangen bewegen sich lose um einen Bolzen mit runder Schulter, der in einem der drei in den Hebeln angebrachten Löcher festgemacht wird; und da die Stangen auf diese Weise gleichsam centrirt sind, so bewegen sie sich, so wie die Hebel fallen, parallel mit der Bahn herum und nehmen die aus B ersichtliche Stellung ein.

i k sind die Zughaken, welche centrirt sind und mit Leichtigkeit auf den vordern Bolzen der Verbindungsstangen spielen, so daß sie den Hebeln in derselben parallelen Richtung, wie die eben erwähnten Stangen, folgen.

l m ist die Stange, mittelst welcher die Neigung der Hebel regulirt wird.

n o sind die Aufhaltblöcke, aus deren unterem Rande starke Nägel oder Zapfen hervorragen, welche in die Oberfläche der Bahn eingreifen, sobald der Karren in Folge des Abreißens des Zugseiles nicht mehr auf seinen Rädern ruht. Diese Blöcke ragen

rückwärts am Karren beinahe um 2 Fuß hervor und verhindern also, daß der vordere Theil des Karrens nicht aufspringen kann.

p in Fig. B ist eine eiserne Platte, deren zwei Gabeln die Stellstange l m aufnehmen, so daß also durch einen Stift, der durch dieselben gestützt wird, das Fallen der Hebel verhindert wird. Dieser Stift oder Zapfen wird, sobald sich der Karren entweder oben oder am Fuße der Bahn der horizontalen Fläche nähert, eingesteckt, damit der Karren dann wie ein gewöhnlicher Wagen auf seinen Rädern vor- und rückwärts läuft.

Der Zug allein erhält also hier den Karren auf seinen Rädern. Seine Neigung zum Fallen wird durch die größere oder geringere Neigung der vier Hebel a b c d so wie auch dadurch, daß sich die Zughaken i k näher an der Achse oder weiter davon entfernt befinden, vermehrt oder vermindert. Die Hebel können übrigens so empfindlich gebaut und gestellt werden, daß schon die geringste Erschütterung des Zugseiles hinreicht, um den Karren von seinen Rädern zu bringen. Jeder einzelne Hebel kann die drei übrigen bewegen; und die Kraft eines einzigen Mannes reicht, wenn der Zug angebracht ist, hin, um einen beladenen Karren wieder auf seine Räder zu bringen, wozu, wenn kein Zug angebracht wäre, eine große Kraft erforderlich seyn würde. Einen beladenen Karren, wenn er gehörig gestellt ist, von seinen Rädern zu bringen, erfordert hingegen eine größere Kraft, als das Emporbringen eines solchen auf seine Räder; denn in dem einen Falle wirkt der Zug als eine entgegenwirkende, im anderen aber als eine mitwirkende Kraft.

Die vorzüglichste Eigenthümlichkeit in dem Baue der Karren besteht in den sich umdrehenden Achsen. Die Räder werden dadurch beim Erheben des Wa-

Digitized by Google

gens auf seine Räder der Stützpunkt, während der Zug die Kraft ist, die den Karren allein auf seine Räder gehoben erhält. Die Folge hiervon ist, daß, wenn der Zug durch irgend einen Unfall oder auf irgend eine andere Weise unterbrochen wird, der Karren also gleich den beschleunigenden Einfluß seiner Räder verliert, auf den Boden sinkt, und in Folge der Reibung fest auf dem Bette der schiefen Fläche liegen bleibt.

Herrn Hoar's Erfindung wird, wenn sie einmal allgemein bekannt seyn wird, ohne Zweifel auch auf den schiefen Flächen der englischen Eisenbahnen in Anwendung kommen; auf St. Helena bedient man sich ihrer nun beinahe schon 2 Jahre lang mit größtem Nutzen. Sie dürfte vielleicht auch noch in anderen Fällen, in denen ein schneller Transport nöthig ist, benutzt werden können, und sie scheint nur weniger Modificationen zu bedürfen, um auch auf den horizontalen Eisenbahnen in Anwendung gebracht werden zu können.

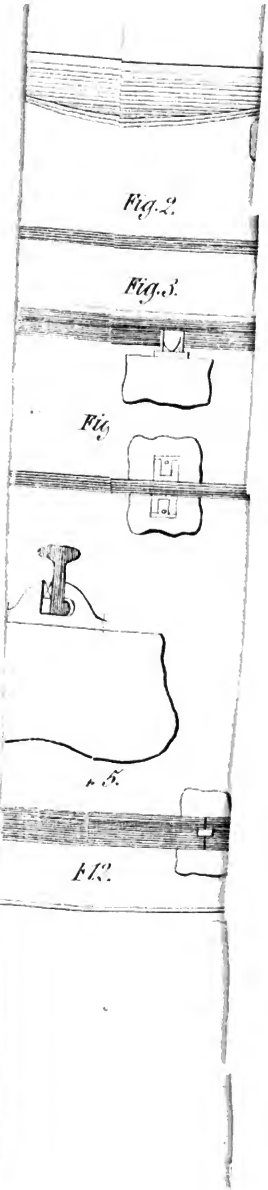
(Dinglers polytech. Journal Bd. 58.)

Beim Verleger dieses ist erschienen und in allen Buchhandlungen zu haben:

G. J. Verdam, Grundsätze nach welchen alle Arten von Dampfmaschinen zu beurtheilen und zu erbauen sind. Ein populäres Hand- und Lehrbuch für Maschinenbaumeister, Fabrikbesitzer und Gewerbschulen. Erste und zweite Abtheilung, enthaltend: allgemeine und besondere Betrachtungen über die mechanische Kraft des Dampfes; Beschreibung verschiedener Arten und Formen von Dampfmaschinen, Berechnung des Kraftvermögens derselben ꝛc. Aus dem Holländischen von Dr. C. H. Schmidt. Mit 12 Kupfert. in Folio. 8. 2½ Rthlr. od. 4 fl. 30 kr. (Ist des IV. Bandes 1. und 2. Abtheil. von Verdams Werkzeugskunst und der 69. Bd. des Schauplatzes der Künste und Handwerke.)

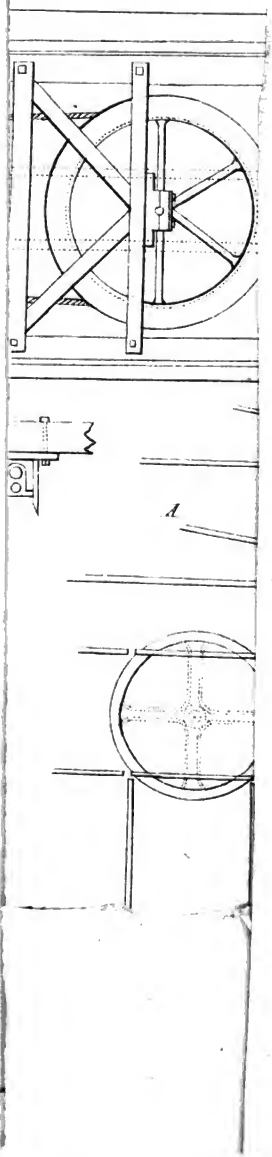
Die Dampfmaschine, eine der wichtigsten Erfindungen neuerer Zeit, spendet der Gewerbthätigkeit einen unerschöpflichen Reichthum an Kraft. Indem sie einerseits eine vermehrte, wohlfeilere Produktion schafft, eröffnet sie andererseits mächtige Mittel zur Verführung der durch sie gewonnenen Produkte, befördert pfugschnell die sie verhandelnden Reisenden und bringt Städte und Völker auf unglaubliche Weise näher. Nachdem diese Vortheile bereits anerkannt worden sind, hat ihr hoher Werth neuerdings dadurch unendlich gewonnen, daß es dem menschlichen Erfindungsgeiste gelang, sie auf Chausseen und Eisenbahnen als fortschaffende Kraft anzuwenden und zahllose Zugthiere zu ersparen. Nach dem Urtheile aller Sachverständigen kann obige Arbeit Verdam's vortrefflich genannt und ihr an faßlichem Vortrag und Gründlichkeit kein anderes deutsches, englisches oder französisches Literaturprodukt gleich gestellt werden; denn als Professor der Mechanik befähigte den Verfasser umffassende Kenntniß und Erfahrung zu diesem Werke, das in 3 Bänden von circa 80 Bogen und 24 Foliotafeln diesen hochwichtigen Gegenstand umfassen wird.

Digitized by Google



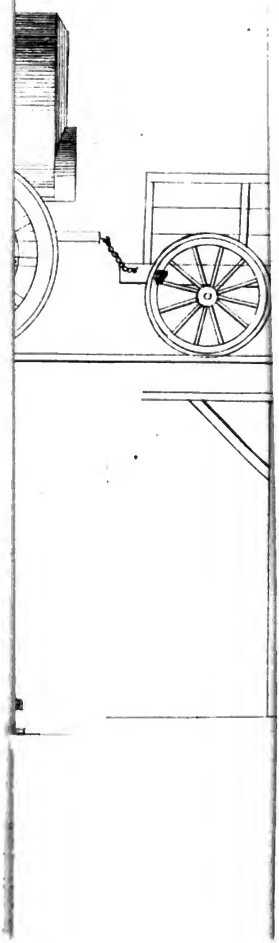
Digitized by Google

Digitized by Google



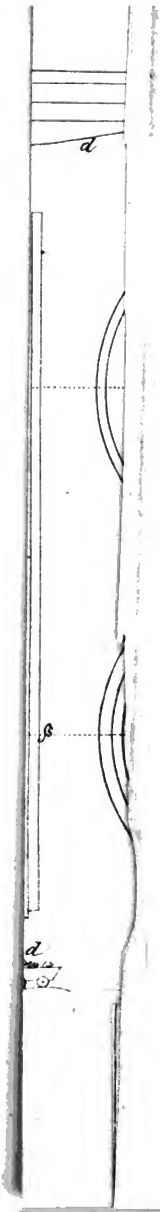
Digitized by Google

Fig. 31.



Digitized by Google

Digitized by Google

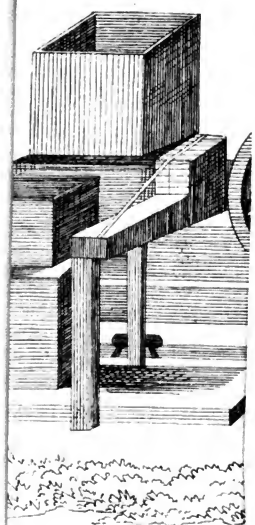


Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

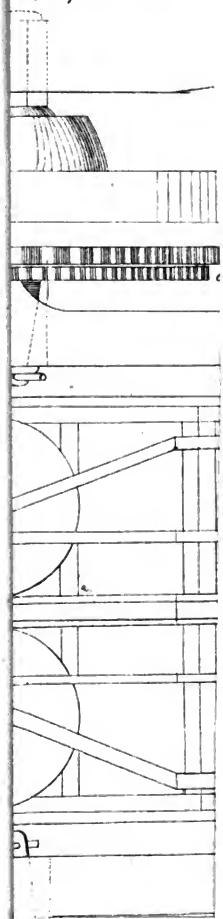
Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

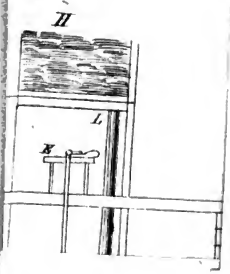
Fig. 57.



Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 59.



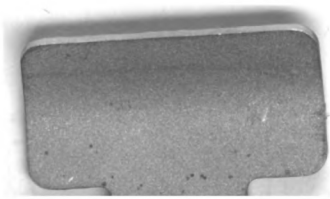
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Y 1939



Digitized by Google